

This book is published by
UCTEA Chamber of Chemical Engineers

*Bu kitap
TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
tarafından yayınlanmıştır.*

2-4 November 2017
2-4 Kasım 2017

Preparation / Hazırlık
Cansu KÖROĞLU

UCTEA Chamber of Chemical Engineers Aegean Branch
TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Ege Bölge Şubesi

ISBN: 978-605-01-1089-0

Baskı: Can Dijital Baskı Hizmetleri Fotokopi&Kırtasiye Ltd.Şti.
Şehitler Cad. 1511 Sok.No: 121/A Alsancak İZMİR
Tel: (232) 464 38 48
alsancak@candijital.com.tr
Basım Tarihi: 31.10 2017
Bu yayından 200 adet basılmıştır.

We are grateful to the public organizations and following companies for their contributions to the “5th International Polymeric Composites Symposium and Workshops” organized by UCTEA Chamber of Chemical Engineers. *TMMOB Kimya Mühendisleri Odası koordinatörlüğünde “V. Uluslararası Polimerik Kompozitler Sempozyumu ve Çalıştayları etkinliğine katkı ve destek veren aşağıdaki kamu kuruluşlarına ve firmalara,*

İZMİR METROPOLITAN MUNICIPALITY / İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

AEGEAN REGION CHAMBER OF INDUSTRY / EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI

İZMİR CHAMBER OF COMMERCE / İZMİR TİCARET ODASI

İSTANBUL CHEMICAL AND CHEMICAL PRODUCTS EXPORTERS' ASSOCIATIONS / İSTANBUL KİMYEVİ MADDELER ve MAMÜLLERİ İHRACATÇILARI BİRLİĞİ

AEGEAN EXPORTERS' ASSOCIATIONS / EGE İHRACATÇI BİRLİKLERİ

TURKISH COMPOSITE MANUFACTURERS ASSOCIATION / KOMPOZİT SANAYİCİLERİ DERNEĞİ

PETKİM PETROCHEMICALS HOLDING INC.(MAIN SPONSOR) / PETKİM PETROKİMYA HOLDING A.Ş. (ANA SPONSOR)

HERKİM POLYMER CHEMISTRY INDUSTRY INC. (SPECIAL SPONSOR) / HERKİM POLİMER KİMYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (ÖZEL SPONSOR)

BOYTEK RESINS, GELCOATS, PIGMENT PASTES /BOYTEK REÇİNE BOYA VE KİMYA SAN. TİC. A.Ş.

KOSSE COMPOSITE MARKETING / KOSSE KOMPOZİT MÜHENDİSLİK VE PAZARLAMA LTD. ŞTİ.

LİTERATUR CHEMICALS / LİTERATÜR KİMYA

POLUTEK POLYESTER AND POLYURATHANE LIMITED COMPANY/ POLÜTEK POLYESTER VE POLİÜRETAN LTD.ŞTİ.

TİLA COMPOSITE AGENCY LIMITED COMPANY/ TİLA KOMPOZİT TEMSİLCİLİK İÇ VE DIŞ TİC. LTD.ŞTİ.

OCSİAİ / OCSİAİ

ŞİŞECAM INDUSTRY INC./ ŞİŞECAM SANAYİ A.Ş.

AKKİM CONSTRUCTION CHEMICALS INC./ AKKİM YAPI KİMYASALLARI SAN. VE TİC. A.Ş.

Teşekkürlerimizi sunarız.

	Page/ Sayfa
INTRODUCTION	xx
ÖNSÖZ	xxiii
EXECUTIVE COMMITTEE /YÜRÜTME KURULU	xxv
SECRETARIAT / SEKRETERYA	xxv
INVITED SPEAKERS / ÇAĞRILI KONUŞMACILAR	xxv
ORGANIZING COMMITTEE / DÜZENLEME KURULU	xxvi
SCIENTIFIC ADVISORY COMMITTEE / BİLİMSEL ve TEKNİK DANIŞMA KURULU	xxviii
ORAL PRESENTATIONS / SÖZLÜ BİLDİRİLER	
INVITED SPEAKERS / ÇAĞRILI KONUŞMACILAR	
AUTHOR / YAZAR	SUBJECT / KONU
Aref CEVAHİR, Dr.	FIBER REINFORCED THERMOPLASTIC POLYMERS WITH SUPERIOR PROPERTIES (LFT) / YÜKSEK PERFORMANSLI ELYAF TAKVİYELİ TERMOPLASTİK POLİMERLER (LFT)"
Cenk SEVİM, Dr.	SHORTOVERVIEW OF WIND ENERGY MARKET & COMPOSITE WIND TURBINE ROTOR BLADES / RÜZGÂR ENERJİSİ PAZARI VE KOMPOZİT RÜZGÂR TÜRBİN KANATLARI HAKKINDA KISA BİR DEĞERLENDİRME
Ferrie Van HATTUM, Thomas de BRUJIN	THERMOPLASTIC COMPOSITES: AUTOMATION, RECYCLING AND CUTTING COSTS:
Fikret ŞENEL	AN OVERVIEW OF ADVANCED COMPOSITE APPLICATIONS IN THE TURKISH DEFENSE INDUSTRY BASED ON AN EXAMPLE PROJECT: OPPORTUNITIES AND THREATS. / SAVUNMA SANAYİİNDE İLERİ KOMPOZİT UYGULAMALARINA ÖRNEK BİR PROJE ÜZERİNDEN GENEL BİR BAKIŞ: FIRSATLAR VE TEHDİTLER
Gökçe DARA	SAVUNMA SANAYİİ UYGULAMALARINDA POLİMER KOMPOZİTLER
Levend PARNAS, Prof. Dr.	ADVANCED COMPOSITE STRUCTURES: CURRENT STATE AND THEIR FUTURE / İLERİ KOMPOZİT YAPILAR: BUGÜNÜ VE GELECEĞİ
M. Özgür SEYDİBEYOĞLU, Doç. Dr.	USE OF NANOTECHNOLOGY IN FIBER REINFORCED COMPOSITES FOR ENERGY APPLICATIONS

<u>Mehmet KARAHAHAN</u> , Nevin KARAHAHAN	3-BOYUTLU DOKUMA KARBON EPOKSİ VE CAM EPOKSİ KOMPOZİT MALZEMELERDE STATİK VE DİNAMİK ÇEKME DAVRANIŞININ TESPİTİ	16
Metin TANOĞLU, Prof. Dr.	POLİMER KOMPOZİTLERİN SAVUNMA SANAYİİ UYGULAMALARINA YÖNELİK ARAŞTIRMA ÖRNEKLERİ	17
<u>Nurseli UYANIK</u> , Prof. Dr., Refik ARAT	INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF POLYSTYRENE NANOCOMPOSITES CONTAINING STYRENE-MALEIC ANHYDRIDE-MODIFIED HALLOYSITE/SEPIOLITE / <i>STİREN-MALEİK ANHİDRİT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ HALLOYSİT/SEPIYOLİT İÇEREN POLİSTİREN NANOKOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ</i> "	20
Sıddık İÇLİ, Prof. Dr.	CONDUCTIVE POLYMERS AT ORGANIC PHOTO-ELECTRONIC TECHNOLOGIES;OPV, OLED, OFET	24
Ülkü YILMAZER, Prof. Dr., Hacı EŞİYOK	DEVELOPMENT OF HYDROXYL TERMINATED POLYETHER BASED COMPOSITE ROCKET PROPELLANT FOR INSENSITIVE MUNITION APPLICATIONS AND ITS CHARACTERIZATION / <i>DUYARSIZ MÜHİMMAT UYGULAMALARI İÇİN HİDROKSİ SONLU POLİETER BAZLI KOMPOZİT ROKET YAKITI GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU</i>	25
Yalçın YILMAZKAYA,	"ADVANCE MATERIALS IN AEROSPACE & DEFENCE INDUSTRIES AND ITS APPLICATIONS / <i>HAVACILIK VE SAVUNMA SANAYİNDE İLERİ MALZEMELER VE UYGULAMALARI</i>	27
Yusuf MENCELOĞLU, Prof. Dr., Oguzhan Oguz	POLYURETHANE–UREA/SILICA NANOCOMPOSITES: DYNAMICS, INTERFACES AND STRUCTURE–PROPERTY BEHAVIOR	28
DEFENSE INDUSTRY / SAVUNMA SANAYİ		
<u>Alican KILIÇASLAN</u> , Ayça KÜÇÜKOĞLU, İsmail ARSLAN	DEVELOPING NEW LIGHTWEIGHTED PLASTIC AND STEEL ALLOY (HYBRID) TOW HOOK FOR AN AUTOMOBILE / <i>BİR OTOMOBİL İÇİN GELİŞTİRİLEN HAFİFLETİLMİŞ PLASTİK-ÇELİK ALAŞIMLI (HİBRİT) ÇEKİ KANCASI</i>	31

<u>Harun SAYI</u> , H. Seçil ARTEM, Levent AYDIN, Ozan AYAKDAŞ	STACKING SEQUENCES DESIGN OF COMPOSITE HYDROGEN STORAGE TANKS USING OPTIMIZATION ALGORITHMS / <i>KOMPOZİT HİDROJEN DEPOLAMA TANKLARINDA AÇI DİZİLİMLERİNİN OPTİMİZASYON ALGORİTMALARI KULLANILARAK TASARLANMASI</i>	33
<u>Sema YILDIZ</u> Mehmet KAYHAN, Emre TEZGÖREN, Metin TANOĞLU	DEVELOPMENT of COMPOSITE ARMOR PLATES by PULTRUSION TECHNIQUE / <i>KOMPOZİT ZİRH LEVHALARIN PULTRÜZYON TEKNİĞİ KULLANILARAK GELİŞTİRİLMESİ</i>	37
MATERIAL / MALZEME		
Ahmet Bedii ERDEMİR	FILAMENTS SPUN FROM THERMOTROPIC POLYESTERS / <i>TERMOTROPİK POLYESTERLERDEN ÇEKİLEN FİLAMENTLER</i>	41
<u>Arzu ORAL</u> , Davut AKSÜT, Bağdagül KARAAĞAÇ, Murat ŞEN	EVALUATING LIGNIN AS A CO-AGENT FOR NITRILE RUBBER VULCANIZATION / <i>LİGNİNİN NİTRİL KAUÇUK VULKANİZASYONUNDA KOAJAN OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	45
Arzu Yalçın MELİKOĞLU Ahmet Doğan ŞİMŞEK, Ecem ÖZTÜRK, Esra YAĞMUR, Seda BİLEK	PECTIN EXTRACTION FROM ORANGE POMACE WASTE AND EDIBLE FILM PRODUCTION / <i>ATIK PORTAKAL POSASINDAN PEKTİN ELDESİ VE YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ</i>	48
Aysun EKİNCİ, Gülay BAYRAMOĞLU	CHARACTERIZATION OF POLYURETHANE/NANOCELLULOSE FIBER NANOCOMPOSITES: MECHANICAL PROPERTIES / <i>POLİÜRETHAN /NANOSELÜLOZ FİBER NANOKOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU</i>	50
<u>Bağdagül KARAAĞAÇ</u> , Begüm KURTOĞLU, Şehriban ÖNCEL Murat ŞEN	ANTIOXIDANT EFFECT OF HENNA FOR VARIOUS SULPHUR CURING SYSTEMS / <i>KINANIN FARKLI KÜKÜRTLÜ VULKANİZASYON SİSTEMLERİNDEKİ ANTİOKSİDAN ETKİSİ</i>	52
<u>Bertan BEYLERGİL</u> Engin AKTAŞ, Metin TANOĞLU, H. Seçil ARTEM	DESIGN AND ANALYSIS OF FILAMENT WOUND COMPOSITE PRESSURE VESSELS FOR HYDROGEN STORAGE APPLICATIONS / HİDROJEN DEPOLAMA UYGULAMALARI İÇİN FİLAMENT SARMA İLE ÜRETİLEBİLECEK KOMPOZİT BASINÇLI BİR TANKIN TASARIMI VE ANALİZİ	55

<u>Canser GÜL</u> , Sevda ALBAYRAK, Henifi ÇİNİCİ, Recep ÇALIN	INVESTIGATION INTO EFFECT OF WEIGHT PERCENTAGE OF PEG ON HYDROXYAPATITE/PEG COMPOSITE COATED ON AZ91 MG ALLOY / <i>AZ91 MG ALAŞIMI ÜZERİNE YAPILAN HİDROKSİAPATİT/PEG KOMPOZİT KAPLAMALARA AĞIRLIKÇA YÜZDE PEG MİKTARININ ETKİSİ</i>	58
<u>Cemre GÜVEN</u> , İbrahim GÖKDEMİR, İdris KARAGÖZ	MOLDING FROM POLYMER-BASED COMPOSITES AND ITS APPLICATION TO PRODUCT DESIGN / <i>POLİMER ESASLI KOMPOZİTLERDEN KALIP YAPIMI VE ÜRÜN TASARIMINA UYGULANMASI</i>	61
<u>Devrim BALKÖSE</u> , Çağatay DİRİK, İsmail GÜRELER, Filiz ÖZMİHÇİ ÖMÜRLÜ	ANTISTATIC ZINC OXIDE /POLYETHYLENE COMPOSITES / <i>ANTİSTATİK ÇİNKOOKSİT /POLİETİLEN KOMPOZİTLER</i>	64
<u>Elif ÖZGEN</u> M. Reza NOFAR	EFFECTS OF PROCCESING PARAMETERS AND MATERIAL COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF PP COMPOUNDS / <i>PROSES PARAMETRELERİ VE MALZEME KOMPOZİSYONLARININ PP BİLEŞİKLERİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ</i>	66
<u>Fatih BALIKOĞLU</u> , Tayfur Kerem DEMİRCİOĞLU, Akın ATAŞ, Seda BEYAZ, Nurettin ARSLAN	"INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF RECYCLED GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) WASTE RATIO ON MECHANICAL PROPERTIES OF BULK MOULDING COMPOUND (BMC) / <i>GERİ DÖNÜŞÜM CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER (CTP) ATIK ORANININ SICAK PRES KALIPLAMA BİLEŞİMİNİN (BMC) MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ</i>	71
<u>Gülşah KAHRAMAN</u> , Dr. Aref CEVAHİR, Şener YILMAZ, Prof. Dr. Selim KUSEFOĞLU, Dr. Vedat SEDİROĞLU	IMPROVING GLASS FIBER-POLYMER INTERFACIAL BOND STRENGTH USING NANO-CLAY PLATELETS / <i>CAM ELYAF-POLİMER ARA YÜZEYİ BAĞ KUVVETİNİN NANO-KİL KATMANLARI KULLANILARAK ARTIRILMASI</i>	75
<u>Hatice TAŞÇI</u> , Aysegül AŞKIN, Metin TANOĞLU	MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON-E-GLASS REINFORCED POLYESTER HYBRID COMPOSITES / <i>KARBON-CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER HİBRİT KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ</i>	77

<u>İlkay ÖZSEV</u> <u>YÜKSEK,,</u> Burçak KARAGÜZEL KAYAOĞLU, Nuray UÇAR, Arınç BİLGE, Günseli GÜREL, Pınar SENCANDAN, Selçuk PAKER	A TEXTILE BASED LIGHTWEIGHT COMPOSITE WITH ELECTROMANGNETIC SHIELDING (EMI) and ELECTRICAL CONDUCTIVITY PROPERTIES / <i>ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA (EMI) ve ELEKTRİK İLETKENLİK ÖZELLİKLİ TEKSTİL TABANLI HAFİF KARBON KOMPOZİT</i>	80
Jens SCHNEIDER	EVALUATION OF SWCNT INCORPORATION IN THERMOSETS COMPOSITES – EFFECT ON MECHANICAL REINFORCEMENT	82
<u>Kadir ÇATAK,</u> Mustafa ÇÖLKESEN	DEVELOPMENT OF INTERIOR TRIM COATINGS FROM NATURAL FIBER REINFORCED BIOPOLIMER MATRIXED COMPOSITE MATERIALS / <i>DOĞAL LİF TAKVİYELİ BİYOPOLİMER MATRİSLİ, KOMPOZİT MALZEMEDEN İÇ TRİM KAPLAMALARI GELİŞTİRİLMESİ</i>	84
<u>Mahmut BİNGÖL,</u> Kadir ÇAVDAR	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT LAYERS WOVEN GLASS FIBERS ON MECHANICAL PROPERTIES OF SMC COMPOSITES / <i>DOKUMA CAM ELYAFLARIN FARKLI KATLARININ SMC KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ</i>	86
<u>Mahmut ÖZER,</u> Mehmet SARI, Şakir YAZMAN, Ahmet AKDEMİR	EFFECT OF PARTICLE REINFORCEMENT ON IMPACT STRENGTH ON Fe ₂ O ₃ NANOPARTICLE MODIFIED EPOXY/GLASS FIBER COMPOSITES/ <i>Fe₂O₃ NANOPARTİKÜL İLE MODİFİYE EDİLMİŞ EPOKSİ/CAM ELYAF KOMPOZİTLERDE PARTİKÜL İLAVESİNİN DARBE DAYANIMI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI</i>	88
Mehmet Deniz GÜNEŞ, Mehmet Ziya OKUR, Serkan KANGAL, Metin TANOĞLU	DEVELOPMENT OF ALUMINUM HONEYCOMB CORED CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE BASED SANDWICH STRUCTURES AND CHARACTERIZATION OF THEIR FATIGUE LIFE / <i>KARBON ELYAF / EPOKSİ KOMPOZİT KABUK VE ALÜMİNYUM BALPETEĞİ ARATABAKA İÇEREN SANDVIÇ KOMPOZİTLERİN GELİŞTİRİLMESİ ve YORULMA ÖMÜRLERİNİN KARAKTERİZASYONU</i>	91

<u>Mehmet GALİP İÇDUYGU</u> , Meltem ASİLTÜRK, M. Cengiz ALTAN	FORMATION AND MORPHOLOGY OF CELLULOSE ACETATE MICROCAPSULES FOR SELF-HEALING COMPOSITES / <i>KENDİ KENDİNİ TAMİR EDEN KOMPOZİTLER İÇİN SELÜLOZ ASETAT MİKROKAPSÜLLERİN HAZIRLANMASI</i> "	95
<u>Mehmet SARI</u> , Batuhan KULELİ, Mustafa DOLAYKAYA, Deniz KAYA, Ertuğrul ERKOÇ	INVESTIGATION OF ZINC BORATE ADDED POLYESTER GELCOAT FLAME RESISTANCY CHARACTERISTICS / <i>ÇİNKO BORAT İLE TAKVİYELENDİRİLMİŞ POLYESTER JELKOTUN ALEV DAYANIM ÖZELİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI</i>	99
Mehmet Turan DEMİRCİ, İbrahim DEMİRCİ, Ahmet AVCI	THE INVESTIGATION OF IMPACT RESPONSES OF BASALT FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITES AT CORROSION CONDITION / <i>KOROZYON ŞARTLARINDA BAZALT ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİTLERİN DARBE DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ</i>	101
<u>Mert AKIN</u> , Merve ERDAL	CO-CURED MANUFACTURING OF MULTI-CELL COMPOSITE BOX BEAM / <i>KOMPOZİT ÇOK GÖZLÜ KUTU KİRİŞİN EŞ ZAMANLI KÜRELENDİRME YÖNTEMİYLE ÜRETİMİ</i>	103
Mert Can HENDEKÇİ, Serap CESUR	INTERFACE ENHANCEMENT OF CELLULOSE AND LDPE BASED POLYMERIC COMPOSITES FOR BIODEGRADABLE PACKAGING / <i>BİYOBOZUNUR AMBALAJ UYGULAMALARI İÇİN SELÜLOZ VE AYPE ESASLI POLİMERİK KOMPOZİTLERDE ARA YÜZEY GELİŞTİRİLMESİ</i>	105
<u>Murat ŞEN</u> , Eyüp KARACA	PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE - HYDROXYAPATITE (HDPE- HA) NANOCOMPOSITE SYSTEMS / <i>YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN-HİDROKSİAPATİT (YYPE-HA) NANOKOMPOZİT SİSTEMLERİNİN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU</i>	111
<u>Oylum ÇOLPANKAN GÜNEŞ</u> , Remzi GOMEKA, Alpay TAMARA, Onur Kaan KANDEMİR, Aygül KARAORMAN, Aylin Ziyilan ALBAYRAKA	DEVELOPMENT OF FLAME RETARDANT GLASS FIBER REINFORCED POLYESTER COMPOSITES / <i>ALEV GECİKTİRİCİ CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER KOMPOZİTLERİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	115

Pere PUIG, Isabel ARROYO	THE USE OF POLYOLEFIN BASED COMPATIBILIZERS TO ENHANCE RECYCLING CAPABILITIES IN A CIRCULAR ECONOMY	119
Sedef TAMBURACI, Ceren KIMNA, Funda TİHMİNLIOĞLU	NANOPARTICLE REINFORCED CHITOSAN/NA- CARBOXYMETHYL CELLULOSE POLYELECTROLYTE SCAFFOLDS FOR BONE TISSUE REGENERATION / <i>KEMİK DOKU REJENERASYONUNA YÖNELİK NANOPARTİKÜL KATKILI KİTOSAN/SODYUM KARBOKSİMETİL SELÜLOZ POLİELEKTROLİT DOKU İSKELELERİNİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	120
Sibel YILDIZ, Selen Gül GÜZELİŞ, Bağdagül KARAAĞAÇ	RECOVERY OF GLASS FIBER REINFORCED POLYMERS (GFRP) / <i>CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER (CTP) ATIKLARININ GERİ KAZANIMI</i>	124
Sultan TELLİ, Dr. AREF CEVAHİR, Dr. VEDAT SEDİROĞLU, ÇAĞDAŞ KADAKAL	DEVELOPMENT OF GLASS FİBER ROVING FOR WEAVING APPLICATION / <i>DOKUMAYA UYGUN CAM ELYAFI FİTİLİNİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	127
Sefa KUSAKLI, Suheyra KOCAMAN, Abdullah Ayhan CEYHAN, Gulnare AHMETLİ	DEVELOPMENT OF FLAMMABILITY AND MECHANICAL PROPERTIES OF NEW EPOXY COMPOSITES USING RED MUD WASTE WITH FLAME RETARDANT COMPOUNDS / <i>ALEV GECİKTİRİCİ BİLEŞİKLER İLE ATIK KIRMIZI ÇAMUR KULLANILARAK YENİ EPOKSİ KOMPOZİTLERİN YANMA VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	130
Vedat SEDİROĞLU, Dr.	RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AT ŞİŞECAM GROUP / <i>ŞİŞECAM'DA ARAŞTIRMA VE TEKNOLOJİK GELİŞTİRME</i>	134
RENEWABLE ENERGY / YENİLENEBİLİR ENERJİ		
Tayfun UYGUNOĞLU, İlker Bekir TOPÇU, Emriye ÇINAR	TRANSLUCENT (LIGHT TRANSMITTING) CONCRETE FOR ENERGY EFFICIENCY / <i>ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN SAYDAM (IŞIK GEÇİREN) BETONLAR</i>	137

Gökhan BAKIŞ, Alper AKSİT, Rico ZEILER, Corinna FISCHER, Markus HÄUBLEIN, Volker ALTSTÄDT	DEVELOPMENT OF A TOUGHENED AEROSPACE GRADE EPOXY RESIN SYSTEM. FROM MOLECULAR STRUCTURE OF REACTIVE COMPONENTS TO THE FINAL CURED PART PROPERTIES / <i>HAVACILIK SEKTÖRÜNE UYGUN, MEKANİK OLARAK GÜÇLENDİRİLMİŞ EPOKSI BAZLI RECİNE SİSTEMİNİN GELİSTİRİLMESİ. REAKTİFLERİN MOLEKÜLER YAPISININ EPOKSI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ</i>	139
CHARACTERIZATION / KARAKTERİZASYON		
Akın ATAŞ Oğuzcan İNAL	SCALING EFFECT ON TENSILE PROPERTIES OF CROSS-PLY GLASS NCF/EPOXY COMPOSITES / <i>ÇAPRAZ-KATLI CAM KIVRIMSIZ ELYAF/EPOKSI PLAKALARIN ÇEKME MUKAVEMETİ ÜZERİNDE ÖLÇEK ETKİLERİ</i>	144
Barış ÇAĞLAR, Damiano SALVATORİ, E. Murat SOZER, Véronique MİCHAUD	A COMBINED EXPERIMENTAL-NUMERICAL APPROACH FOR EFFICIENT PERMEABILITY MEASUREMENT / <i>GEÇİRGENLİK ÖLÇÜMÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASINA YÖNELİK BİRLEŞİK DENEYSEL-SAYISAL YÖNTEM</i>	148
Burcu KARACA UĞURAL, M. Özgür SEYDİBEYOĞLU, Esen ÖZDOĞAN	MECHANICAL PROPERTIES OF UNIDIRECTIONAL FLAX/POLYPROPYLENE COMPOSITES: A COMPARATIVE STUDY ON EFFECT OF PRE-TREATED FLAX FIBERS / <i>TEKYÖNLÜ KETEN/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ: ÖN İŞLEM GÖREN KETEN LİFLERİNİN ETKİSİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR ÇALIŞMA</i>	150
Cansu KÖROĞLU, Serap CESUR, Dagmar MEŘÍNSKÁ	ENHANCEMENT OF PRODUCT PROPERTIES OF ORIGINAL AND WASTE POLYVINYL BUTYRAL (PVB) / POLYVINYL CHLORIDE (PVC) COMPOSITES WITH NANO-ADDITIVES / <i>NANO-KATKI MADDELERİ İLE ORJİNAL VE ATIK POLİVİNİL BUTİRAL (PVB) / POLİVİNİL KLORÜR (PVC) KOMPOZİTLERİNİN ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	153
Ebru KAHRAMAN, Tuğba BAŞARGAN ÖZSAĞIROĞLU, Seçkin HACIOĞLU, Nalan ERDÖL AYDIN, Gülhayat NASÜN SAYGILI	RESEARCH ON DRUG RELEASE PERFORMANCE OF HYDROXYAPATITE-GELATIN COMPOSITES PRODUCED IN SBF MEDIUM / <i>SBF ORTAMINDA ÜRETİLEN HİDROKSİAPATİT-JELATİN KOMPOZİT MALZEMELERİN İLAÇ SALIM PERFORMANSININ İNCELENMESİ</i>	159

Hamdi FİDAN, Mustafa Özgür BORA, Onur ÇOBAN, Eyüp AKAGÜNDÜZ	THE EFFECT OF FLEXURAL STRAIN RATES ON THE FLEXURAL BEHAVIOR OF 4/3 GLARE FIBER METAL LAMINATED COMPOSITES / 4/3 CETA <i>FİBER METAL TABAKALI KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞLARINA EĞİLME HIZININ ETKİSİ</i>	162
<u>Hasan ÇAĞLAR</u> , Mert HANCIOĞLU, E. Murat SOZER	COMPARISON OF ONE (LINEAR) AND TWO (RADIAL) DIMENSIONAL PERMEABILITY MEASUREMENT METHODS ON E-GLASS FABRICS / E-CAMI ELYAFLARINDA BİR (LİNEER) VE İKİ (RADYAL) BOYUTLU GEÇİRGENLİK ÖLÇÜM METODLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	164
Hüsnügül YILMAZ ATAY, Öykü İÇİN	INVESTIGATIONS OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF CHITOSAN/ZNO NANOPARTICLES REINFORCED EPOXY COMPOSITE COATINGS / KİTOSAN / ZNO NANOPARTİKÜL TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT KAPLAMALARIN ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	167
<u>Mehtap TÜRKMEN</u> Ersin KAYAHAN, Levent CANDAN, Ali CANSUN, Serçin BASUT	DETERMINATION OF CUTTING AND DRILLING PARAMETERS OF FIBERGLASS REINFORCED POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS USING LASER / CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMERİK KOMPOZİT MALZEMELERDE LAZERLİ KESME VE DELME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ	170
<u>Nilay KÜÇÜKDOĞAN</u> , Levent AYDIN, Mucahit SÜTÇÜ	INVESTIGATION OF THERMAL DECOMPOSITION KINETICS OF COLEMANITE/POLYPROPYLENE COMPOSITES: ACTIVATION ENERGIES WITH THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS / KOLOMANİT/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN TERMAL DEKOMPOZİSYON KİNETİĞİ VE TUTUŞABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: THERMOGRAVİMETRİK ANALİZ İLE AKTİVASYON ENERJİSİNİN HESAPLANMASI	173
<u>Osman KARTAV</u> , Zeynep AY, Metin TANOĞLU	TENSILE AND IMPACT BEHAVIOUR OF SHORT GLASS/CARBON FIBER REINFORCED HYBRID POLYAMIDE (PA6) COMPOSITES / KISA CAM/KARBON TAKVİYELİ HİBRİT POLİAMİT (PA6) KOMPOZİTLERİN ÇEKME VE DARBE ÖZELLİKLERİ	176
Şükran KARADENİZ, A. Tuğrul SEYHAN	CHARACTERIZATION OF VINYLESTER RESIN CONTAINING BNNS MODIFIED PMMA ELECTROSPUN NANOFIBERS / ELEKTRO- EĞRİLMİŞ BNNS/PMMA NANOLİF KATKILI VİNİLESTER REÇİNESİNİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU	179

<u>Togayhan KUTLUK</u> , Mehmet KODAL, Güralp ÖZKOÇ	EFFECTS OF GREEN MICROALGAE ON THE NON-ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION KINETICS OF POLY(LACTIC ACID)(PLA) / YEŞİL MİKROALGLERİN POLİ(LAKTİK ASİT) (PLA)'NİN İZOTERMAL OLMAYAN KRİSTALİZASYON KİNETİĞİNE ETKİSİ	184
POSTER PRESENTATIONS / POSTER BİLDİRİLER		
<u>A.Alchekhw WİS</u> , Güralp ÖZKOÇ	PERFORMANCE OF JUTE/PLA ALL- BIODEGREDALE OVERMOLDED ECO- COMPOSITES/ JÜT/PLA ÜZERİNE KALIPLAMA YAPILMIŞ TAMAMIYLA BİYOBOZUNUR EKOKOMPOZİTLER	189
Alaattin KAÇAL, A.Emin YILDIRIM, A. Faruk SAÇAR, Faruk AKYÜZ, Mustafa AY, M. Oktay ÖZKAYA	DESIGN AND MANUFACTURING OF SMALL SCALE WIND TURBINES: FIBER REINFORCED POLYMER COMPOSITE APPLICATION / KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIM VE İMALATI: FİBER TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİT UYGULAMASI	191
<u>Ali YALÇIN</u> , Mehmet GÖNEN, Devrim BALKÖSE	PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ZINC BORATE ($2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$) AS A FLAME RETARDANT IN POLYMERIC COMPOSITES / POLİMERİK KOMPOZİTLERDE ALEV GECİKTİRİCİ OLARAK KULLANILAN ÇİNKO BORATIN ($2ZnO \cdot 3B_2O_3 \cdot 3H_2O$) ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU	193
<u>Alinda Öykü AKAR</u> Ümit TAYFUN	ADHESION OF THERMOPLASTIC POLYURETHANE ON STYRENE-ETHYLENE- BUTADIENE-STYRENE COPOLYMER FOR SHOE SOLE APPLICATIONS: TRIBOLOGICAL, MECHANICAL, THERMAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATIONS / AYAKKABI TABANI UYGULAMALARI İÇİN TERMOPLASTİK POLİÜRETANIN STİREN-ETİLEN- BÜTADİEN-STİREN KOPOLİMERİNE YAPIŞMASI: TRİBOLOJİK, MEKANİK, İSİSAL AND MORFOLOJİK KARAKTERİZASYONLAR	195
Arzu YALÇIN MELİKOĞLU, Gözde KAHVECİ, Melek YÜCEL, Tilbe BENZER, Seda BİLEK	CELLULOSE EXTRACTION FROM APPLE POMACE WASTE / ATIK ELMA POSASINDAN SELÜLOZ EKSTRAKSİYONU	199

Aslı TOPTAŞ TAĞ, Kadri UZUN	PHTHALATE FREE PLASTICIZER SYNTHESIS FRIENDLY FOR HUMAN HEALTH AND ENVIRONMENT / <i>İNSAN SAĞLIĞI VE ÇEVREYE DUYARLI, FTALAT İÇERMEYEN PLASTİFİYAN SENTEZİ</i>	202
<u>Avram ARUH</u> , Erde CAN, Görkem CEMALİ	POLY(PROPYLENE FUMARATE) (PPF) BASED COMPOSITES AS SCAFFOLDS FOR BONE TISSUE ENGINEERING / <i>PPF BAZLI KOMPOZİTLERİN KEMİK DOKU MUHENDİSLİĞİNDE KULLANILMAK UZERE HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU</i>	205
<u>Ayberk AYDOĞMUŞ</u> Sezen IRMAK, Nilgöl ÇETİN, Nihat Sami ÇETİN	EVALUATION OF SCOTS PINE (<i>PINUS SYLVESTRIS</i>) COMPONENTS IN POLYMER COMPOSITE PRODUCTION / <i>SARIÇAM (PINUS SYLVESTRIS) ODUN BİLEŞENLERİNİN POLİMER KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ</i>	207
Ayça Şahika ŞAHİN, Sami SAYER Emine ÇINAR YENİ, Anzer YAŞAR	PRODUCTION OF NATURAL FIBER REINFORCED COMPOSITE MATERIALS FROM THERMOPLASTIC PROCESS WASTE / <i>TERMOPLASTİK PROSES ATIKLARINDAN DOĞAL LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ</i>	210
<u>Aysun EKİNCİ</u> Gölşay BAYRAMOĞLU	SYNTHESIS OF POLYURETHANE BIONANOCOMPOSITE FILMS FROM RENEWABLE RESOURCES / <i>YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN POLİÜRETAN BİYONANOKOMPOZİT FİLMLEİNİN SENTEZLENMESİ</i>	213
<u>Aysun EKİNCİ</u> , Gölşay BAYRAMOĞLU	DEVELOPMENT OF HIGH PERFORMANCE ANTIBACTERIAL FOOD PACKAGING BASED ON NANOCELLULOSE / <i>NANOSELÜLOZ ESASLI YÜKSEK PERFORMANSLI ANTİBAKTERİYEL GIDA AMBALAJI GELİŞTİRİLMESİ</i>	216
<u>Ayşegöl HOŞ</u> , Uğursoy OLGUN, Kenan TUNÇ	PREPARATION OF POLY(CAPROLACTONE)- HYDROXYAPATITE-NANOSILVER BIOCOMPOSITE MATERIALS AND THEIR ANTIBACTERIAL PROPERTIES / <i>POLİKAPROLAKTON-HİDROKSİAPATİT- NANOĞÜMÜŞ BİYOKOMPOZİTLERİN HAZIRLANMASI VE ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİ</i>	218

<u>Bertan BEYLERGİL</u> , Metin TANOĞLU	IMPROVING MODE-I FRACTURE TOUGHNESS OF WOVEN CARBON FIBER/EPOXY COMPOSITES USING POLYAMIDE- 6,6 (PA 66) NONWOVEN FABRICS / <i>DOKUMA KARBON FİBER/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN MOD-I KIRILMA TOKLUĞUNUN DOKUSUZ POLİAMİD- 6,6 (PA 66) KUMAŞLAR KULLANILARAK İYİLEŞTİRİLMESİ</i>	223
<u>Cenk KURTULUŞ</u> , Mustafa KUYUMCU, Mehmet Atilla TAŞDELEN	INFLUENCE OF POSS NANOPARTICLES ON THE MECHANICAL AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITES / <i>KARBON ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNE POSS NANODOLGUSUNUN ETKİLERİ</i>	227
Ceren KIMNA Sibel DEĞER, Sedef TAMBURACI Funda TIHMINLIOĞLU	DEVELOPMENT OF ANTIBIOTIC LOADED CHITOSAN COMPOSITE NANOSPHERES FOR BONE TISSUE ENGINEERING APPLICATIONS / <i>KEMİK DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINA YÖNELİK ANTİBİYOTİK YÜKLÜ KİTOSAN KOMPOZİT NANOKÜRELERİN GELİŞTİRİLMESİ</i>	230
<u>Çağla TÜFEKÇİ</u> , Yasemin GÜNDOĞDU CEYLAN	PROTOTYPE LEVELS STUDIES FOR REMOVING CHROME ON PLATED PLASTICS / <i>KROM KAPLANMIŞ PLASTİKLERİN AYRIŞTIRILMASI İÇİN PROTOTİP DÜZEYİNDEKİ ÇALIŞMALAR</i>	234
<u>Davut AKSÜT</u> Bağdagül KARAAĞAÇ, Murat ŞEN	PREPARATION OF NBR/LIGNIN ELASTOMERIC COMPOSITE SYSTEMS: EFFECT OF LIGNIN ON THE THERMAL AND UV STABILITY OF NBR / <i>NBR/LİGNİN ELASTOMERİK KOMPOZİT SİSTEMLERİNİN HAZIRLANMASI: LİGNİN'İN NBR'İN ISIL VE UV KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ</i>	237
Fatmagül GEDİK, Damla ORHAN, Simge ER, Canan ALTUNBAŞ, Sinan AKGÖL	NEW CHELATED NANOPOLYMERS FOR LACCASE IMMOBILIZATION / <i>LAKKAZ İMMOBİLİZASYONU İÇİN YENİ ŞELATLAYICI NANOPOLİMERLER</i>	240
<u>Gözde KUŞ</u> Mehmet TAŞKIRAN S. Hakan YETGİN Murat KOYUNBAKAN Ferhat YILDIRIM Volkan ESKİZEYBEK Abdurrahman GENÇ	INVESTIGATION Of The TRIBOLOGICAL PROPERTIES Of SOLID LUBRICANT FILLED CARBON FIBER/PA6 POLYMER COMPOSITES / <i>KATI YAĞLAYICI KATKILI KARBON ELYAF/PA6 POLİMER KOMPOZİTLERİN TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ</i>	244

<u>Gülnare AHMETLİ</u> Jannat Fouad HAKEEM, Suheyra KOCAMAN	EFFECT OF CHEMICAL MODIFICATIONS ON COCONUT WASTE SHELL/EPOXY COMPOSITES PROPERTIES / <i>KİMYASAL MODİFİKASYON İŞLEMLERİNİN HİNDİSTAN CEVİZİ KABUĞU ATIĞI/EPOKSİ KOMPOZİTLERİNİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ</i>	249
İbrahim DEMİRCİ Ahmet AVCI Mehmet Turan DEMİRCİ	TENSILE BEHAVIORS OF BASALT/EPOXY COMPOSITES AT SEA WATER CORROSION CONDITION / <i>DENİZ SUYU KOROZYON ORTAMINDA BAZALT/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN ÇEKME DAYANIMI DAVRANIŞLARI</i>	253
<u>Mehmet Fatih ŞANSVEREN,</u> Mustafa YAMAN	VIBRATION PROPERTIES OF CARBON NANOFIBER REINFORCED EPOXY/GLASS MICROBALLOON SYNTACTIC FOAM / <i>KARBON NANO FİBER TAKVİYELİ EPOKSİ/CAM MİKROBALON KABARCIKLI SÜNGERİN TİTREŞİM ÖZELLİKLERİ</i>	255
<u>Mehmet SARI,</u> Şakir YAZMAN, Lokman GEMİ, Muhammet ULUDAĞ	INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MICRO AND NANO SiO ₂ ADDITIVES ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY RESIN/ <i>MİKRO VE NANO SiO₂ İLAVESİNİN EPOKSİ REÇİNESİNİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ</i>	257
Mehmet Turan DEMİRCİ Memduh KARA Ahmet SAMANCI	LOW VELOCITY IMPACT BEHAVOIRS OF SiO ₂ NANOPARTICLE FILLED ±[55] ₆ BFR/EPOXY FILAMENT WOUND COMPOSITE PIPES / <i>SiO₂ NANOPARTİKÜL KATKILI ±[55]₆ BTP/EPOKSİ FİLAMAN SARIM KOMPOZİT BORULARIN DÜŞÜK HIZLI DARBE DAVRANIŞLARI</i>	259
<u>Melih SAVRAN,</u> Levent AYDIN	OPTIMUM DESIGN OF HYBRID GRAPHITE- GLASS/EPOXY LAMINATED COMPOSITE FOR MINIMUM COST AND MAXIMUM FREQUENCY USING A STOCHASTIC OPTIMIZATION METHOD / <i>HİBRİT GRAFİT-CAM/EPOKSİ TABAKALI KOMPOZİTLERİN MİNİMUM MALİYET- MAKSİMUM DOĞAL FREKANS ŞARTLARINDA STOKASTİK OPTİMİZASYON METODU KULLANILARAK TASARLANMASI</i>	261

<u>Meltem ASILTÜRK,</u> Zerin YESİL ACAR, Nadir KİRAZ	EFFECT OF TOTAL FILLER CONTENT AND MICRON PARTICLE SIZE ON BIOMECHANICAL PERFORMANCE OF NANOHYBRID COMPOSITES DEVELOPED FOR POTENTIAL DENTAL APPLICATIONS / <i>POTANSİYEL DENTAL UYGULAMALARDA KULLANMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN NANOHİBRİT KOMPOZİTLERİN BİYOMEKANİK PERFORMANSI ÜZERİNE TOPLAM PARTİKÜL İÇERİĞİ VE MİKRON PARTİKÜL BOYUTUN ETKİSİ</i>	265
<u>Meltem KARAGÖZLÜ</u> Özgül ÖZDESTAN OCAK, Buğra OCAK	PREPARATION OF THYME OIL MICROCAPSULES USING GELATIN AND GUM ARABIC AND DETERMINATION OF THE EFFECT OF OIL CONCENTRATION ON THE RELEASE CHARACTERISTICS / <i>KEKİK YAĞI MİKROKAPSÜLLERİNİN JELATİN VE ARAP ZAMKI KULLANILARAK HAZIRLANMASI VE YAĞ KONSANTRASYONUNUN SALIM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ</i>	269
<u>Mustafa BOZKURT,</u> Çınar Emine YENİ, Sami Sayer	INVESTIGATION OF JOINING AND MECHANICAL STRENGTH OF POLYCARBONATE PLATES USING FRICTION STIR SPOT WELDING METHOD / <i>SÜRTÜNME KARIŞTIRMA NOKTA KAYNAĞI YÖNTEMİ KULLANILARAK POLİKARBONAT PLAKALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ VE MEKANİK DAYANIMININ İNCELENMESİ</i>	272
Mustafa KUYUMCU Cenk KURTULUŞ, Mehmet Atilla TAŞDELEN	IMPROVEMENT OF CONTINUOUS FIBER REINFORCED EPOXY BASED COMPOSITES WITH NANOCELLULOSE / <i>SÜREKLİ ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN NANOSELÜLOZ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ</i>	274
<u>Nedime ÖZDEMİR</u> Mustafa ÖKSÜZ	OPTIMIZATION OF PRODUCTION CONDITIONS OF THIN-WALLED PLASTIC PARTS PRODUCED FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY BY INJECTION MOLDING METHOD / <i>ENJEKSİYON KALIPLAMA YÖNTEMİYLE OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ İÇİN ÜRETİLEN İNCE CİDARLI PLASTİK PARÇALARIN ÜRETİM ŞARTLARININ OPTİMİZASYONU</i>	277

Neslihan ERGÜN, Hüseyin YILDIRIM, Mustafa ÖKSÜZ	SURFACE DEFORMATION CHARACTERISTICS IN POLYPROPYLENE BASED COMPOSITES DEVELOPED FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS / <i>OTOMOTİV UYGULAMALARINA YÖNELİK GELİŞTİRİLEN POLİPROPİLEN TEMELLİ KOMPOZİTLERDE YÜZEY DEFORMASYON KARAKTERİZASYONU</i>	280
Nilay KÜÇÜKDOĞAN, Levent AYDIN, Mucahit SÜTÇÜ	INVESTIGATION OF FLAMMABILITY AND THERMAL DECOMPOSITION KINETICS OF ULEXITE/POLYPROPYLENE COMPOSITES: ACTIVATION ENERGIES WITH THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS / <i>ÜLEKSİT/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN TERMAL DEKOMPOZİSYON KİNETİĞİ VE TUTUŞABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TERMOGROVİMETRİK ANALİZ İLE AKTİVASYON ENERJİSİNİN HESAPLANMASI</i>	283
Nilay TÜCCAR KILIÇ, Buse Nur CAN, Mehmet KODAL, Guralp ÖZKOÇ	PLA/PBAT/OCTAISOBUTYL-POSS TERNARY BLENDS: “EFFECT OF OCTAISOBUTYL-POSS LOADING RATIO ON THE MORPHOLOGICAL, MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES” / <i>PLA/PBAT/OKTAİZOBTİL-POSS ÜÇLÜ KARIŞIMLARI : “OKTAİZOBTİL-POSS YÜKLEME ORANININ MORFOLOJİK, MEKANİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ”</i>	286
Nusret KAYA Şerafettin DEMİÇ	EFFECTS OF NONAROMATIC OIL AS A FILLER ON TO MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THREE DIFFERENT TIRE-TREAD RECIPES / <i>ÜÇ FARKLI LASTİK SIRTLI REÇETENİN MEKANİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNE DOLGU OLARAK KULLANILAN AROMATİK OLMAYAN YAĞIN ETKİLERİ</i>	289
Nusret KAYA, Orhan AKYÜZ, Mustafa CAN, Şerafettin DEMİÇ	INVESTIGATION OF THERMAL CONDUCTIVITY AND MECHANICAL PROPERTIES OF THREE DIFFERENT PARTICLES SIZED 50% SILICON CARBIDE (SIC) LOADED POLYPROPYLENE (PP) MATRIX BASED COMPOSITES / <i>ÜÇ FARKLI PARÇACIK BOYUTUNDAKİ % 50 SİLİSYUM KARBÜR (SİC) YÜKLÜ POLİPROPİLEN (PP) MATRİS ESASLI KOMPOZİTLERİN TERMAL İLETKENLİK VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI</i>	291

<u>Oğuzcan İNAL</u> Fatih BALIKOĞLU, Akın ATAŞ	PROGRESSIVE DAMAGE MODELLING OF BOLTED JOINTS IN NON-CRIMP FABRIC (NCF) COMPOSITE PLATES / KIVRIMSIZ ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİT PLAKALARDA CIVATA BAĞLANTILARININ KADEMELİ HASAR MODELLEMESİ	293
<u>Ozan AYAKDAŞ</u> Levent AYDIN, Seçil ARTEM, Harun SAYI	FAILURE ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE CYLINDRICAL PART OF TYPE-III HYDROGEN STORAGE TANKS / TİP-III HİDROJEN DEPOLAMA TANKLARININ SİLİNDİRİK KISMININ HASAR ANALİZİ VE OPTİMİZASYONU	297
Ömer Bahadır MERGEN Ertan ARDA	INVESTIGATION OF ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF POLYSTYRENE/GRAPHENE NANOPLATELET (PS/GNP) COMPOSITE FILMS / POLİSTİREN/GRAFEN NANOPLAKA (PS/GNP) KOMPOZİT FİLMLEİN ELEKTRİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ	301
Öznur DOĞAN Erhan BAT	PRODUCTION OF REDUCED GRAPHENE OXIDE AND POLYMER BASED AEROGELS FOR OIL- WATER SEPARATIONS / YAĞ-SU AYIRMAYA YÖNELİK İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT VE POLİMER ESASLI AEROJEL ÜRETİMİ	304
<u>Öznur DOĞAN</u> Erhan BAT	PRODUCTION OF REDUCED GRAPHENE OXIDE BASED AEROGELS FOR OIL-WATER SEPARATIONS / YAĞ-SU AYIRMAYA YÖNELİK İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT ESASLI AEROJEL ÜRETİMİ	306
<u>Pınar ŞEN</u> , S. Zeki YILDIZ	BENZIMIDAZOLE UNITS-SUBSTITUTED COBALT AND MANGANESE PHTHALOCYANINES AS HYDROGEN PEROXIDE CATALYSTS ON OXIDATIVE BLEACHING AND EXAMINATION OF ITS USABILITY AS A PHTHALOCYANINE COMPOSITE / OKSİDATİF AĞARTMA ÜZERİNE HİDROJEN PEROKSİT KATALİZÖRLERİ OLARAK BENZİMİDAZOL-SUBSTİTUE KOBALT VE MANGAN FTALOSİYANİNLER VE BİR FTALOSİYANİN KOMPOZİT OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ	309

Seha TİRKEŞ Hussam Mohamed S. CIRMAD, Ümit TAYFUN	MECHANICAL, THERMO-MECHANICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF EXPANDABLE GRAPHITE LOADED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE BASED COMPOSITES / <i>GENİŞLETİLEBİLİR GRAFİT TAKVİYELİ AKRİLONİTRİL-BÜTADİEN-STİREN BAZLI KOMPOZİTLERİN MEKANİK, İSİSAL-MEKANİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ</i>	311
Selen ÖNDER, Ruhan BENLİKAYA, Orhan ZEYBEK	SENSING PROPERTIES OF POLYANILINE-MWCNT COMPOSITES TO AMMONIA VAPOR / <i>PANI-ÇDKNT KOMPOZİTLERİNİN AMONYAK BUHARINI ALGILAMA ÖZELLİKLERİ</i>	314
Serhat ORAN, Ecem AKIN, M. Atilla TAŞDELEN, Kutlay SEVER, Metehan ATAGÜR, M. Özgür SEYDİBEYOĞLU	PREPARATION OF RECYCLED PP/RECLAIMED EPDM COMPOSITES REINFORCEMENT NUT COB AS FILLER / <i>FINDIK KOÇANI TAKVİYELİ GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ PP/GERİ KAZANILMIŞ EPDM KOMPOZİTLERİNİN HAZIRLANMASI</i>	317
Sezen IRMAK, Ayberk AYDOĞMUŞ, Nilgöl ÖZMEN, Nihat Sami ÇETİN	PRODUCTION AND PROPERTIES OF BIODEGRADABLE FILM FROM SISAL LEAFS / <i>SİSAL LİFLERİNDEN BİYO-BOZUNUR FİLM ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ</i>	320
Sezer ÖZENLER Ümit TAYFUN, Ümit Hakan YILDIZ	MECHANICAL, PHYSICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER AND CONDUCTIVE MICA LOADED POLYCARBONATE HYBRID COMPOSITES / <i>KARBON ELYAF VE İLETKEN MİKA İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ POLİKARBONAT HİBRİT KOMPOZİTLERİN MEKANİK, FİZİKSEL VE DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİ</i>	322
Sibel TUNA, Yasemin GÜNDOĞDU CEYLAN	DEVELOPMENT, CHARACTERIZATION AND VERIFICATION OF HIGH PERFORMANCE, LIGHTWEIGHT AND COST-EFFECTIVE POLYPROPYLENE BASED INNOVATIVE MICRO / NANO COMPOSITE SYSTEMS FOR USE IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY / <i>OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANIMA YÖNELİK YÜKSEK PERFORMANSLI, HAFİF VE UYGUN MALİYETLİ POLİPROPİLEN BAZLI İNOVATİF MİKRO/NANO KOMPOZİT SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ, KARAKTERİZASYONU VE DOĞRULANMASI</i>	324

Tayfun UYGUNOĞLU, İlker Bekir TOPÇU, Mehmet MEŞE, Emriye ÇINAR	ELECTRICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED MORTARS / <i>POLİPROPİLEN LİF KATKILI HARÇLARIN ELEKTRİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ</i>	327
Ümit TAYFUN Mehmet DOĞAN,	IMPROVEMENT OF BASIC PROPERTIES OF TPU/CARBON FIBER COMPOSITES BY APPLYING SEVERAL SIZING PROCESSES / <i>TPU/KARBON ELYAF KOMPOZİTLERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİNİN ÇEŞİTLİ KAPLAMA İŞLEMLERİ UYGULANARAK GELİŞTİRİLMESİ</i>	329
Yakup Okan ALPAY, Mert KILINÇEL, İlyas UYGUR	DETERMINATION OF HEATING RATE OF THE COMPOSITE MATERIAL UNDER INFRARED CURING WITH RESPECT TO POWER OF HEATER AND THE DISTANCE / <i>KIZILÖTESİ KOMPOZİT MALZEME KÜRLEME İŞLEMİNDE MALZEME ISITMA HIZININ LAMBA GÜCÜ VE UZAKLIK PARAMETRELERİNE GÖRE BELİRLENMESİ</i>	332
PRACTICAL WORKSHOP / <i>UYGULAMALI ÇALIŞTAY</i>		334

FORWORD

For every country, scientific activities are important and covering each and all of them internationally. These activities provide more vivid scientific environment, more common benefits and opens up a new dimension to innovations.

For this reason, one of the most important subjects in recent years is polymeric composites and technologically every field has brought innovations and found great uses. At our country there has been studied on this subject for about 25 years as well.

Scientific and applied studies in this field provided a more beneficial environment with the scientific meetings (Symposium, panel, workshop etc.). Because of the exchange of information and the related sectors getting together provided more useful and creative composites and will continue to do so in the future.

For the first time in 2006, an event was organized in the form of symposiums, exhibitions and workshops in Izmir with the support and the contributions of the relevant institutions in our country. Up to today, these activities as two international and one national symposiums have been continued to carry out, once at every two years.

Even though the position of the countries may be difficult under certain conditions, the scientific activities are indispensable. For the same reason, in spite of facing a few difficulties such activities have been carried out continuously in our country. This year our colleagues who are participating from abroad, in spite of having some difficulties did their best to come and attend our symposium, this is giving us a great strength. We hope that these challenges do not limit the scientific field.

Two important areas (defense industry and renewable energy) included as needed for the discussions in this year's activity, each of which will be of great benefit because of the large application areas. At each events, the workshops were organized as per participants' requests.

As participants we all hope, the expected and desired benefits of the subjects such as sharing the scientific and technological information, monitoring the innovations, discussing the topics and efficiency of the workshops, in a good environment can be provided.

As the field of polymer composite is known and developed both in the world and in our country with increasing interest in the scientific and sectoral areas, because of the variety of the environmental problems and the economic positions some difficulties are arising and with the correct solutions evolving to a healthier development.

The effectiveness of these activities, with the presence of the relevant parties and as well as with the debates and the common sense, will be of great benefit. In order to carry out the workshop with the proposed applications the necessary studies have been implemented. For this purpose, the specialists from the industry, universities and abroad will provide the institutional and experimental contributions. For this workshop, we would like to thank Herkim and Kosse Composite, for the identification of the subject and for the preparation of the practical workshop together with those concerned.

After these events, the documents of participation will be given to the symposiums and workshop participants. Symposium book will cover all the abstracts of the presentations and the full manuscripts will be published in our website.

Oral presentations will be held in eleven sessions, including the symposium, in parallel with the next sessions on November 3rd, 2017. The workshop will take place at 3rd and 4th of November 2017. Most of the participants are valuable experts within our country. However in spite of all the difficulties, those who were coming from abroad as invited participants or applicants, will added to the value of this activity. We would like to thank all of the participants for their valuable contributions.

One of the biggest challenges in the realization of the scientific activities is the need for support. For this reason, we would like to thank all the organizations and persons who are supportive. Our main sponsorship in this year's event is PETKİM, the largest and most qualified chemical organization in our country. We would like to thank Mr. Hasan Ömer from HERKİM POLYMER CHEMISTRY INDUSTRY INC. for his suggestions and support from the start, and the institutions IZMİR METROPOLITAN MUNICIPALITY , AEGEAN REGION CHAMBER OF INDUSTRY , IZMİR CHAMBER OF COMMERCE , ISTANBUL CHEMICAL AND CHEMICAL PRODUCTS EXPORTERS' ASSOCIATIONS , AEGEAN EXPORTERS' ASSOCIATIONS , TURKISH COMPOSITE MANUFACTURERS ASSOCIATION, PETKİM PETROCHEMICALS HOLDING INC.(MAIN SPONSOR), HERKİM POLYMER CHEMISTRY INDUSTRY INC. (SPECIAL SPONSOR), BOYTEK RESINS, GELCOATS, PIGMENT PASTES, KOSSE COMPOSITE MARKETING , LITERATUR CHEMICALS, POLUTEK POLYESTER AND POLYURATHANE LIMITED COMPANY, TİLA COMPOSITE AGENCY LIMITED COMPANY, OCSİAİ, ŞİŞECAM INDUSTRY INC., AKKİM CONSTRUCTION CHEMICALS INC. for their contributions.

We would also like to thank the members of the board of directors of the Chamber of Chemical Engineers, the secretariat who prepared the activity with their hard work, the personnel of the chamber, all our members and all of the organizations and institutions.

UCTEA Chamber of Chemical Engineers

Symposium Executive and Organizing Committee

ÖNSÖZ

Bilimsel etkinlikler her ülke için önemli olduğu gibi uluslararası düzeyde tüm ülkeleri kapsamaktadır ve bilimsel ortamı daha canlı daha ortak yarar sağlayan, yeniliklere ufuk açan bir nitelik kazandırmaktadır.

Bu nedenle, son yılların önemli uğraşı konularından biri de polimerik kompozitlerdir ve teknolojik olarak her alanda yenilikler getirmiş ve büyük kullanım alanları bulmuştur. Bizim ülkemizde de yaklaşık 25 yıldır çalışmalar yapılmaktadır.

Bu alanın bilimsel ve uygulamalara yönelik çalışmaları, bilimsel toplantılarla da (Sempozyum, panel, çalıştay vb.) daha yararlı bir ortamı, bilgi alışverişini ve malzemeyi oluşturan kesimler ve alanlar bir araya gelerek daha yararlı kompozitlerin oluşmasını sağlamış ve sağlamaktadır.

2006'da İzmir'de ilk kez sempozyum, sergi ve çalıştaylar biçiminde bir etkinlik yapılmış, ülkemizdeki ilgili kuruluşların desteği ve katkıları ile gerçekleşmiş ve günümüze kadar iki yılda bir olmak üzere ilki ulusal diğerleri uluslararası olarak devam etmektedir.

Ülkelerin konumu kimi şartlarda zorlansa da bilimsel etkinliklerin yapılması vazgeçilmez nitelik taşımaktadır. Bu nedenle, bizim ülkemizde de bazı zorluklar yaşansa da bu tür etkinlikler sürmektedir. Bu yıl, yurt dışı katılımında meslektaşlarımızın kimi sorunları olsa da gelmeye çalışmaları bizlere büyük güç vermektedir. Umarız bu tür zorluklar bilimsel alanı kısıtlamaz.

Uygulama alanının çok geniş olması büyük yarar sağlamış bu yıl ki etkinliğimizde de gereksinim duyulan önemli iki alan (savunma sanayi ve yenilenebilir enerji) tartışmaya uygun görülmüştür. Her etkinlikte katılımcıların isteklerine yönelik çalıştaylar da düzenlenmiştir.

Umarız katılımcılar olarak hepimiz iyi bir ortamda bilimsel ve teknolojik bilgi paylaşımı, yeniliklerin izlenmesi, konuların tartışılması ve çalıştayın verimliliği beklenen ve istenilen yararı sağlayabilir. Polimerik kompozit alanı bilindiği gibi dünyada ve ülkemizde bilimsel ve sektörel olarak giderek artan ilgi ile çalışılıp geliştirken özellikle çevresel sorunlar ve ekonomik konumların değişken olmaları sonucu zorluklar ortaya çıkarmakta ve bunların doğru çözümleri ile daha sağlıklı bir gelişmeye evrilmektedir.

Bu etkinliklerin ortak akıl ve tartışmalarla, ilgili kesimlerin varlığında, daha iyiye ulaşmada yararı büyük olacaktır. Çalıştayın uygulamalı biçimde gerçekleşmesi önerilerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu amaç için sanayiden, üniversitelerimizden ve yurtdışından uzmanlaşmış değerli elemanlar kuramsal ve deneysel katkı vereceklerdir. Bu çalıştay da konuyu

saptayarak uygulamalı biçimde çalıştayı ilgililerle hazırlayarak gerçekleştiren Herkim ve Kosse Kompozit'e çok teşekkür ederiz.

Bu etkinlikler sonrası sempozyum ve çalıştay katılımcılarına katılım belgeleri verilecektir. Sempozyum ve çalıştayda sunulan bildiri özetleri özet kitapçığında toplanmış, tam metinler odamızın web sitesinde yayınlanacaktır.

Sözlü sunumlar 3 Kasım öğleden sonraki oturumlar paralel olmak üzere (Sempozyum) 11 oturum da toplanmıştır. Çalıştay ise 3 ve 4 Kasım olarak gerçekleşecektir. Katılımcıların çoğu yurtiçinden değerli uzmanlardır. Ancak yurtdışından tüm zorluklara karşın gerek çağrılı gerek başvuru ile gelenler bu etkinliğe değer katacaklardır. Tüm sunum yapan katkı veren katılımcılarımıza çok teşekkür ederiz.

Bilimsel etkinliklerin gerçekleştirilmesinde en büyük zorluklardan biri de, gereksinim duyulan desteğin bulunmasıdır. Bu nedenle, destek vermeyi esirgemeyen tüm kuruluş ve kişilere teşekkür ederiz. Bu yıl ki etkinliğimizde ana sponsorluğu ülkemizin en büyük ve nitelikli kimya kuruluşu olan PETKİM'dir. Bu etkinliğin ilk başlatılmasında konunun önemini dikkat çekerek fikir veren, katkılarını tüm etkinlikler sırasında esirgemeyen özel sponsor Herkim (Sayın Hasan Ömer) aynı şekilde bu etkinliklerin sürdürülmesine katkılarıyla sağlayan *İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ, EGE BÖLGESİ SANAYİ ODASI, İZMİR TİCARET ODASI, İSTANBUL KİMYEVİ MADDELER ve MAMÜLLERİ İHRACATÇILARI BİRLİĞİ, EGE İHRACATÇI BİRLİKLERİ, KOMPOZİT SANAYİCİLERİ DERNEĞİ, PETKİM PETROKİMYA HOLDİNG A.Ş. (ANA SPONSOR), HERKİM POLİMER KİMYA SANAYİ VE TİCARET A.Ş. (ÖZEL SPONSOR), BOYTEK REÇİNE BOYA VE KİMYA SAN. TİC. A.Ş., KOSSE KOMPOZİT MÜHENDİSLİK VE PAZARLAMA LTD. ŞTİ., LİTERATÜR KİMYA, AKKİM YAPI KİMYASALLARI SAN. VE TİC. A.Ş., TİLA KOMPOZİT TEMSİLCİLİK İÇ VE DIŞ TİC. LTD.ŞTİ., OCSİAİ, ŞİŞECAM SANAYİ A.Ş., POLÜTEK POLYESTER VE POLİÜRETAN LTD.ŞTİ.*'ya teşekkür ederiz.

Ayrıca bu etkinliğin gerçekleşmesinde KMO Yönetimi ve koordinatör olarak görevi üstlenen Ege Bölge Şubesi Yönetim Kurulu'na emeği ile gece gündüz çalışan sekreteryaya görevini yürüten meslektaşlarımıza, oda çalışanlarımıza ve destek veren tüm üyelerimize kurum ve kuruluşlarımıza teşekkür ederiz.

Saygılarımızla,

TMMOB Kimya Mühendisleri Odası

Sempozyum Yürütme ve Düzenleme Kurulu

EXECUTIVE COMMITTEE/ YÜRÜTME KURULU

Gürel NİŞLİ, Prof.Dr.	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
Saadet ÇAĞLIN	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
İbrahim KÖSE	Kosse Composite Marketing/ Kosse Kompozit Ltd. Şti
Ismail Hakkı HACIALİOĞLU	Turkish Composite Manufacturers Association / Kompozit Sanayicileri Derneği
Cengiz ALTAN, Prof.Dr.	University of Oklahoma / Oklahoma Üniversitesi
Metin TANOĞLU, Prof.Dr.	Izmir Institute of Technology / İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
M. Özgür SEYDİBEYOĞLU, Doç.Dr.	Katip Çelebi University / Katip Çelebi Üniversitesi

SECRETERIAT / SEKRETERYA

Cansu KÖROĞLU	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / TMMOB Kimya Mühendisleri Odası
Gizem GÜLSEV	Kosse Composite Marketing/ Kosse Kompozit Ltd. Şti.

INVITED SPEAKERS / ÇAĞRILI KONUŞMACILAR

Aref CEVAHİR, Dr.	ŞİŞECAM Industry Inc./ ŞİŞECAM Sanayii A.Ş.
Aysun DOĞANGÜN AKIN	TAI-Türk Havacılık ve Uzay Sanayii A.Ş. / Turkish Aerospace Industries, Inc.
Cengiz ALTAN, Prof. Dr.	Oklahoma University / Oklahoma Üniversitesi
Cenk SEVİM, Dr.	Aero Wind Industry Inc. / Aero Rüzgar Endüstrisi A.Ş.
Ferrie Van HATTUM, Prof.Dr.	University of Saxion / Saxion Üniversitesi-Hollanda
Fikret ŞENEL	Barış Defence Industry Inc. / Barış Savunma Endüstrisi A.Ş.
Gökçe DARA	Roketsan Company Inc./ Roketsan A.Ş.
Yalçın YILMAZKAYA	Kale Aerospace Inc. / Kale Havacılık A.Ş.
Levend PARNAS, Prof.Dr.	TED University / TED Üniversitesi

M. Özgür SEYDİBEYOĞLU, Doç.Dr.	Katip Çelebi University / <i>Katip Çelebi Üniversitesi</i>
Mehmet KARAHAN, Prof.Dr.	Uludağ University / <i>Uludağ Üniversitesi</i>
Metin TANOĞLU, Prof.Dr.	Izmir Institute of Technology / <i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>
Nurseli UYANIK Prof.Dr.	Istanbul Technical University/ <i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>
Sıddık İÇLİ, Prof. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Prasad POTLURI, Prof. Dr.	University of Manchester / <i>Manchester Üniversitesi</i>
Steven NUTT, Prof. Dr.	University of Southern California / <i>Southern California Üniversitesi</i>
Uğur AKYILDIZ	SPM Composite Industry Inc. / <i>SPM Kompozit A.Ş.</i>
Yusuf MENCELOĞLU, Prof. Dr	Sabancı University-Kordsa Global Inc. / <i>Sabancı Üniversitesi-Kordsa Global A.Ş.</i>

ORGANIZING COMMITTEE/ *DÜZENLEME KURULU*

Ali Birtan ERDOĞAN	Ece Paint and Chemical Industry / <i>Ece Boya ve Kimya Sanayi A.Ş.</i>
Ali UĞURLU, Dr.	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
Alper KALAYCI	Enercon Aero Wind Industry / <i>Enerkon Aero Rüzgar Endüstrisi A.Ş.</i>
Arzu Yalçın MELİKOĞLU	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
Babür YAZICIOĞLU	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
Burcu Karaca UĞURAL	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Celal SÖNMEZ	Sönmez Holding Company / <i>Sönmez Holding</i>
Cengiz KOCAGİL	Aegean Region Chamber of Industry / <i>Ege Bölgesi Sanayi Odası</i>
Cihan KUYRUK	Izmir Metropolitan Municipality / <i>İzmir Büyükşehir Belediyesi</i>
Deniz KORKMAZ, Dr.	Kordsa Global Inc. / <i>Kordsa Global A.Ş.</i>
Emre TEZGÖREN	Tezcom Company / <i>Tezkom Kompozit A.Ş.</i>
Erdem YÜCEL	Fibrosan Company / <i>Fibrosan A.Ş.</i>
Erkan ERSÖZ, Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Fikret ŞENEL, Yük. Müh.	Barış Defence Industry Inc. / <i>Barış Savunma Endüstrisi A.Ş.</i>
Funda TIHMINLIOĞLU, Prof. Dr.	Izmir Institute of Technology / <i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>

Hakan GÖRGÜLÜER	Chemists Society / <i>Kimyagerler Derneği</i>
Hakan SESİĞÜR	ŞİŞECAM Industry Inc. / <i>ŞİŞECAM Sanayii A.Ş.</i>
Hakkı KIZILOK	Turkish Aerospace Industries Inc. / <i>Tusaş- Türk Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.</i>
Hasan ÖMER	Herkim Polymer Chemistry Industry Inc. / <i>Herkim Polimer Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.</i>
Hüseyin DAĞLAR	Dağlar Chemicals Company / <i>Dağlar Kimya Ltd.Şti.</i>
İbrahim AKYÜREK	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
İbrahim KÖSE	Kosse Composite Marketing / <i>Kosse Kompozit Ltd. Şti</i>
İsmail DARCAN	Boytek Resins Company Inc. / <i>Boytek Reçine A.Ş.</i>
İsmail DURGUN, Dr.	TOFAŞ Company Inc. / <i>TOFAŞ A.Ş.</i>
Kazım ACATAY	Akdeniz Chemicals Company / <i>Akdeniz Kimya A.Ş.</i>
Kerem PAKSOY	Duratek Epoxy and Polyurethane Systems Inc. / <i>Duratek Epoksi ve Poliüretan Sistemleri A.Ş.</i>
Levend PARNAS, Prof.Dr.	TED University / <i>TED Üniversitesi</i>
Leyla Esen İMREN	UCTEA Chamber of Textile Engineers / <i>TMMOB Tekstil Mühendisleri Odası</i>
Mehmet KARAHAN, Prof. Dr.	Uludağ University / <i>Uludağ Üniversitesi</i>
Mehmet ÖNAL	UCTEA The Chamber of Turkish Naval Architects & Marine Engineers / <i>TMMOB Gemi Mühendisleri Odası</i>
Metin USTA, Prof. Dr.	TUBİTAK MAM Materials Institute / <i>TUBİTAK MAM Malzeme Enstitüsü</i>
Murat CANİK	Techel Composite / <i>Techel Kompozit</i>
Mustafa BAĞAN	Turkish Chemical Manufacturers Association / <i>Türkiye Kimya Sanayicileri Derneği</i>
Necmi SADIKOĞLU	Istanbul Chemicals and Chemical Products Exporters Association / <i>İstanbul Kimyevi Maddeler ve Mamülleri İhracatçıları Birliği</i>
Özgür SÖNMEZ	Literatur Chemicals Company / <i>Literatür Kimya A.Ş.</i>
Ramazan GÖK	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
Sabri ÜNLÜTÜRK	Aegean Exporters Association / <i>Ege İhracatçı Birlikleri</i>
Sadık ASLİTÜRK	Polkima Company / <i>Polkima A.Ş.</i>
Şekib AVDAGIÇ	Turkish Composite Manufacturers Association / <i>Kompozit Sanayicileri Derneği</i>
Şenol BİRCAN	TPI Composites / <i>TPI Kompozit</i>
Seren TÜRKER	UCTEA Chamber of Chemical Engineers / <i>TMMOB Kimya Mühendisleri Odası</i>
Tayfun EYİEL	Izmir Chamber of Commerce / <i>İzmir Ticaret Odası</i>

Temel KOTİL	Defence Industry Manufacturers Association / <i>SASAD Savunma ve Havacılık Sanayi İmalatçıları Derneği</i>
Tolga KUTLUĞ	Omnis Composite Inc. / <i>Omnis Kompozit A.Ş.</i>
Tuğçe ASLAN	Katip Çelebi University / <i>Katip Çelebi Üniversitesi</i>
Ümmihan EKER	DowAksa Company Inc. / <i>DowAksa A.Ş.</i>
Vezir KAHRAMAN, Prof. Dr.	Turkish Chemical Society / <i>Türkiye Kimya Derneği</i>

**SCIENTIFIC AND TECHNICAL ADVISORY COMMITTEE /
BİLİMSEL – TEKNİK DANIŞMA KURULU**

Ahmet ÜNAL, Prof. Dr.	Turkish Composite Manufacturers Association / <i>Kompozit Sanayicileri Derneği</i>
Altan KAYRAN, Prof. Dr.	Middle East Technical University / <i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Aref CEVAHİR, Dr.	ŞİŞECAM Industry Inc./ <i>ŞİŞECAM Sanayii A.Ş.</i>
Ayhan Ezdeşir, Dr.	PETKIM Petrochemicals Holding Inc. / <i>PETKIM Petrokimya Holding A.Ş.</i>
Ayhan ORAL, Doç.Dr.	Chemists Society / <i>Kimyagerler Derneği</i>
Bülent DARCAN	Boytek Resins Company / <i>Boytek Reçine A.Ş.</i>
Burcu KARACA UĞURAL, Arş. Gör.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Cengiz ALTAN, Prof. Dr.	University of Oklahoma / <i>Oklahoma Üniversitesi</i>
Deniz KORKMAZ, Dr.	Kordsa Global Inc. / <i>Kordsa Global A.Ş.</i>
Devrim BALKÖSE, Prof. Dr.	İzmir Institute of Technology/ <i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>
Engin ÇÖRÜŞLÜ, Dr.	Kansai Altan Inc./ <i>Kansai Altan A.Ş.</i>
Ferrie Van HATTUM, Prof.Dr.	University of Saxion / <i>Saxion Üniversitesi-Hollanda</i>
Funda TIHMINLIOĞLU, Prof. Dr.	Izmir Institute of Technology / <i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>
Hasan ÖMER	Herkim Polymer Chemistry Industry Inc. / <i>Herkim Polimer Kimya Sanayi ve Ticaret A.Ş.</i>
İbrahim KÖSE	Kosse Composite Marketing / <i>Kosse Kompozitmühendislik Ve Pazarlama Ltd. Şti.</i>
İsmet ÇAKAR	Poliya Company Inc. / <i>Poliya A.Ş.</i>
Levend PARNAS, Prof. Dr.	TED University / <i>TED Üniversitesi</i>
M. Özgür SEYDİBEYOĞLU, Doç. Dr.	Katip Çelebi University / <i>Katip Çelebi Üniversitesi</i>
Mehmet KARAHAN, Prof. Dr.	Uludağ University / <i>Uludağ Üniversitesi</i>
Mehmet SARIKANAT, Yrd. Doç. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>

Mesut YENİGÜL, Prof. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Metin BAŞBUDAK, Dr.	Eskim Chemical Industry Inc./ <i>Eskim Kimya Sanayi A.Ş.</i>
Metin TANOĞLU, Prof. Dr.	Izmir Institute of Technology / <i>İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü</i>
Mustafa DEMİRCİOĞLU, Prof. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Mustafa TUNÇGENÇ	Akzo Nobel Chemical Company Inc. / <i>Akzo Nobel Kimya San.A.Ş.</i>
Necmi SADIKOĞLU	Istanbul Chemicals and Chemical Products Exporters Association / <i>İstanbul Kimyevi Maddeler ve Mamülleri İhracatçıları Birliği</i>
Nurseli UYANIK Prof.Dr.	Istanbul Technical University/ <i>İstanbul Teknik Üniversitesi</i>
Prasad POTLURI, Prof. Dr.	University of Manchester / <i>Manchester Üniversitesi</i>
Rasim İPEK, Prof. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Safinur ALTINEL	Izmir Chamber of Commerce/ <i>İzmir Ticaret Odası</i>
Seçkin ERDEN, Yrd. Doç. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Şener Oktik, Prof. Dr.,	Şişecam Science and Technology Center / <i>Şişecam Bilim ve Teknoloji Merkezi</i>
Serap CESUR, Doç. Dr.	Ege University / <i>Ege Üniversitesi</i>
Steven NUTT, Prof. Dr.	University of Southern California / <i>Southern California Üniversitesi</i>
Ülkü YILMAZER, Prof. Dr.	Middle East Technical University / <i>Orta Doğu Teknik Üniversitesi</i>
Yusuf MENCELOĞLU, Prof. Dr.	Sabancı University-Kordsa Global Inc. / <i>Sabancı Üniversitesi-Kordsa Global A.Ş.</i>

ORAL
PRESENTATIONS
SÖZLÜ
BİLDİRİLER

**INVITED
SPEAKERS
ÇAĞRILI
KONUŞMACILAR**

FIBER REINFORCED THERMOPLASTIC POLYMERS WITH SUPERIOR PROPERTIES (LFT)

YÜKSEK PERFORMANSLI ELYAF TAKVİYELİ TERMOPLASTİK POLİMERLER (LFT)

Dr. AREF CEVAHİR

*Atmospheric Coating Technologies Management, Türkiye Şişe ve Cam
Fabrikaları A.Ş.*

Science & Technology Center

Cumhuriyet Mah. Şişecam Yolu Sokak, No.2 41400 Gebze-Kocaeli Turkey

ajavaherian@sisecam.com

Phone: +90-850-2060463

Abstract

Fiber reinforced composite materials have been used since 1930s in the form of short fiber strands. Incorporation of fibers with higher mechanical strength, employing better polymer matrices and the use of reinforcing agents have been increasingly used to produce composite materials with superior performance characteristics.

Increasing the amount of fibers loaded into the composite system is one possible route towards better composite materials. However, improvements that can be attained this way are curbed by various side effects. These include; inhomogeneities in the distribution of filaments, increased viscosity of the dough (melt) and potential damages to the metal assemblies of the manufacturing equipment due to increased friction.

Starting from 1980s, the composites industry circumvented this problem by using longer fibers. This strategy allows up to 50% fiber loading rates which were unattainable before. Long fiber composites hold genuine potential to replace metals in various structural applications, most notably in defense and automotive industries.

In this review, the state of the art techniques for long fiber thermoplastic composites (LFT) production are discussed in a comprehensive and comparative manner. Forecasts for future production trends and market evolution until 2020 are discussed based on the existing market research data.

Keywords: glass fiber, long fiber, thermoplastics, composites

Özet

Elyaf filamentler ile güçlendirilmiş polimerik kompozitlerin üretimi 1930' lü yıllarda kısa filamentlerin kullanılması ile başlamıştır. Kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin artırılması amacı ile yüksek mukavemet sahibi elyafların kullanımı, gelişmiş polimerik matrislerin seçimi ve güçlendirme ajanlarının eklenmesi gibi yollar giderek daha sık başvurulmuş yöntemler olarak ortaya çıkmıştır.

Yüksek performans eldesine yönelik çalışmalarda daha fazla miktar elyaf yüklenmesi alternatif yöntemlerden biridir. Böyle bir strateji ile elde edilebilecek iyileştirmeler aşırı elyaf yüklemesinin sonucu ortaya çıkan bazı yan etkiler sebebi ile sınırlıdır. Bunlar arasında filamentlerin inhomojen olarak dağılımı, polimerik eriyikte istenmeyen viskozite artışları ve artan sürtünmelerin yol açması muhtemel üretim donanımı hasarları sayılabilir.

1980' li yıllardan itibaren, kompozit endüstrisi kısa filamentlerin yol açtığı bu sorunları uzun elyaf içeren polimerik kompozitleri geliştirip pazara sunarak aşmayı başarmıştır. Uzun elyafli kompozitler daha önce kısa elyaf filamentler ile mümkün olmayan ve %50' ye varan mertebede elyaf yüklemelerine izin vermektedir. Gelişkin özellikleri ile bu yeni nesil malzemeler otomotiv ve savunma sanayisi başta olmak üzere birçok alanda metallerin yerini alabilecek gerçekçi alternatifler olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu derleme çalışmasında öncelikle uzun elyaf filament içerikli termoplastik kompozitlerin (LFT) üretimindeki güncel teknikler detaylı bir biçimde ve karşılaştırmalı olarak tartışılmaktadır. İkinci kısımda ise, mevcut pazar araştırmaları ışığında, LFT malzemelerin üretimi için yakın geleceğe (2020 yılına kadar) dönük öngörüler ve sektörel eğilimler irdelenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Cam elyaf, uzun elyaf, termoplastik, kompozit

SHORTOVERVIEW OF WIND ENERGY MARKET & COMPOSITE WIND TURBINE ROTOR BLADES

RÜZGÂR ENERJİSİ PAZARI VE KOMPOZİT RÜZGÂR TÜRBİN KANATLARI HAKKINDA KISA BİR DEĞERLENDİRME

Dr. Cenk SEVİM

AERO Rüzgâr Endüstrisi A.Ş.

Ege Serbest Bölgesi, 35410 İZMİR-TÜRKİYE

Tel: +90 232 251 93 71 Faks: +90 232 251 93 72

cenksevim@gmail.com

Summary

The global wind energy market has shown steady growth and as of the end of 2016 it has reached 486.749 MW installed power. In 2016, global wind energy market grew by 12%. By the end of 2016, a new wind power plant of 23,328 MW was established in China and China's share in the global wind energy market was 42.7% in the new installation capacity. The second largest market growth in the wind energy market has occurred in the US, and at the end of 2016, it received a share of around 15% from the newly established wind power plants in the US at 8,203 MW. By the end of 2016, a 12,490 MW wind power plant was taken over by the European Union (EU) countries and 22% of the newly established wind power plants on a global scale. In addition, by the end of 2016, a cumulative 168,690 MW wind power plant is located in China, 153,730 MW in EU countries and 82,184 MW in the United States. Wind power plants established in China, the EU and the USA account for about 83% of the global cumulative installed power.

Turkey has very rich wind energy potential which is estimated to be at 48,000 MW applicable potential and this value can be assumed second biggest onshore wind energy potential in Europe after Spain. 38,000 MW of this potential is defined as onshore potential; rest of them is defined offshore potential. Turkish wind energy market is also grown stable between 2005-2016 periods with global market. With this development, cumulative installed wind power of Turkey reached to 6,106 MW and 861 MW wind farm projects are under construction. Additionally, 20,000 MW installed wind power is defined as strategic target for Turkey.

In the wind energy industry, polymeric composite wind turbine blades are one of the key production segments. Over the last 5 years, annual installed wind energy is close to 50,000 MW worldwide. If we choose a wind turbine at 2 MW power. We can reach the assumption that around 25,000 wind turbines are installed on a global scale each year. 25,000 wind turbines mean 75,000 turbine rotor blades. The average weight of 75,000 rotor blades is

around 600,000 tons. According to this acceptance, 600,000 tons of composite wind turbine rotor blades are produced annually. This means that 69 tons of wind turbine wings are produced on a global scale per hour.

Today technological developments of wind turbines carry out to meet demand of global wind energy market. With these developments, wind turbine size and nominal power production capacity increase year by year. Nowadays huge wind turbines which have 7,5-8 MW nominal powers can be produced and installed. For usage of these huge machines, rotor blade length should be reached to between 60 and 65 m. This scale wind turbine rotor blades expose on enormous dynamic loads. In that reason, material design and selection are critical application parameters for optimizing of these dynamic loads on rotor blade structure.

Nowadays polymeric composite structures are preferred for MW scale rotor blade production. There are many advantages of polymeric composite structures according to other conventional materials such as high rigidity values, corrosion resistance, optimum mechanical strength values, high fatigue strength values, high strength/weight ratio, low maintenance cost, production flexibility.

Epoxy resin and E-glass woven fabrics are most preferred materials as polymer matrix and reinforced materials for MW scale rotor blades. Rotor blades approximately consist of 70% reinforced materials and 30% polymer matrix. High tensile strength and breaking elongation, high material stiffness, and light weight are most important mechanical process parameters for rotor blade production

Generally epoxy and amine hardener systems are preferred for big scale rotor blade production. The most important advantages of epoxy system are that dimensional stability and low volumetric shrinkage value (1-3%) after curing and according to other thermoset resin systems

Commonly woven fabrics which are produced E-glass are used as reinforced materials for MW scale wind turbine rotor blade production. This type of reinforced materials have better cost/strength ratio. Woven type is one of the critical parameter for rotor blade production. Because mechanical strength of glass fabrics is limited by the woven type. In that reason woven glass fabrics are selected and used according to load distribution on the rotor blade.

In many rotor blades production systems, sandwich structures are used for proving the homogenous load distribution and high bending strength on rotor blades. Especially PVC foam, balsa wood and PET foam are preferred for these aims. Bending load is one of important parameter for rotor blades. With usage of sandwich structures on rotor blade production, in spite of rotor blade weights increase approximately 3%, bending strength of rotor

blade increase 3.5 times according to reference structure which does not contain any sandwich structure.

In general vacuum infusion technique is preferred for MW scale rotor blade production after 2000's. The basic principle of this production technique is that transferring of polymer matrix is made by pressure difference between inside and outside of component mold, ensuring homogeneous polymer matrix distribution in the mold, and performing the necessary curing process. With vacuum infusion technique, quality fluctuation was prevented and high strength products can be produced. Polyurethane based gel coat and paints are used for rotor blade surface coating after infusion and gluing process. Manuel or robotic spray system can be used for coating application. There are two main goals for using coating application; one of them is that protection of composite structure against the environmental effects such as UV, rain etc., other one is that optimization of air friction.

In this presentation, global and Turkish wind energy market and the MW class wind turbine blade will be explained with the main lines.

Key words: Wind energy, wind turbine, composite rotor blades

Özet

Global rüzgar enerjisi pazarı istikrarlı bir büyüme göstermiş ve 2016 yıl sonu itibariyle 486.749 MW kurulu güce ulaşmıştır. 2016 yılında küresel rüzgar enerjisi piyasası % 12 büyümüştür. 2016 yıl sonu itibariyle Çin'de 23.328 MW yeni rüzgar enerjisi santrali kurulmuştur ve Çin'in global rüzgar enerjisi pazarındaki payı yeni kurulum kapasitesinde % 42.7 olarak gerçekleşmiştir. Rüzgar enerjisi sektöründe küresel ölçekte ikinci büyük pazar büyümesi ABD'de gerçekleşmiştir ve 2016 yıl sonunda ABD'de global ölçekte yeni kurulan rüzgar enerji santrallerinden 8.203 MW ile % 15 civarında pay almıştır. 2016 yıl sonu itibariyle Avrupa Birliği (AB) ülkeleri tarafından 12.490 MW rüzgar enerji santrali devre alınmış ve global ölçekte yeni kurulan rüzgar enerji santrallerinden %22 pay almıştır. Ayrıca 2016 yıl sonu itibariyle kümülatif olarak 168.690 MW rüzgar enerjisi santrali Çin'de, 153.730 MW AB ülkelerinde ve 82.184 MW ise ABD'de kurulu bulunmaktadır. tarafından kurulmuştur. Çin, AB ve ABD'de kurulu bulunan rüzgar enerji santralleri global kümülatif kurulu gücün yaklaşık % 83'nü oluşturmaktadır.

Türkiye'de 48.000 MW uygulanabilir potansiyele sahip olduğu tahmin edilen zengin rüzgar enerjisi potansiyeline sahip bölgeler bulunmaktadır ve Türkiye, İspanya'dan sonra Avrupa'da ki ikinci en büyük karasal rüzgar enerjisi potansiyeline sahip ülke olarak kabul edilebilir. Bu potansiyelin 38.000 MW'ı kara potansiyeli olarak tanımlanmaktadır, geri kalanı ise

denizüstü potansiyeldir. Türkiye rüzgar enerjisi pazarı 2005-2016 dönemleri arasında küresel pazarda olduğu gibi istikrarlı bir büyüme göstermiştir. Bu gelişme ile 2016 yıl sonu itibarıyla Türkiye'nin kurulu kümülatif rüzgar gücü 6.106 MW'a ulaşmıştır ve 861 MW'lık rüzgar enerjisi santrali projesi inşaat halindedir. Buna ek olarak, 20.000 MW kurulu rüzgar enerjisi Türkiye için stratejik hedef olarak tanımlanmıştır.

Rüzgar enerjisi endüstrisinde, polimerik kompozit rüzgar türbin kanatları kilit üretim bölümlerinden biridir. Son 5 yılda, yıllık kurulu rüzgar enerjisi tüm dünyada 50.000 MW'a yakındır. Eğer 2 MW gücünde bir rüzgar türbini seçersek. Her yıl 25.000 civarında rüzgar türbinin küresel ölçekte kurulduğu varsayımına ulaşabiliriz. 25.000 rüzgar türbini 75.000 türbin kanadı anlamına gelmektedir. 75.000 rotor bıçağının ortalama ağırlığı yaklaşık 600.000 ton civarındadır. Bu kabule göre her yıl 600.000 ton kompozit rüzgar türbini rotor kanadı üretilmektedir. Bu saat başına küresel ölçekte 69 ton rüzgar türbin kanadı üretildiği anlamına gelmektedir.

Günümüzde rüzgar türbinlerinin teknolojik gelişmeler ile rüzgar türbini büyüklüğü ve nominal güç üretim kapasitesi her yıl artmaktadır. Günümüzde 7,5-8 MW'luk nominal güce sahip olan büyük rüzgar türbinleri üretilmektedir. Bu rüzgar türbinlerinin kullanımı için, türbin kanat uzunluğunun uzunluğuna 60 ile 65 m arasında olması gerekmektedir. Bu ölçekteki rüzgar türbini kanatları çok büyük dinamik yüklere maruz kalmaktadır. Bu nedenle, malzeme tasarımı ve seçimi, türbin kanatları yapısı üzerindeki bu dinamik yüklerin optimize edilmesi için kritik uygulama parametreleridir.

Günümüzde polimerik kompozit yapılar, MW ölçekli rotor bıçağı üretimi için tercih edilmektedir. Yüksek rijitlik değerleri, korozyon direnci, optimum mekanik mukavemet değerleri, yüksek yorulma mukavemet değerleri, yüksek mukavemet / ağırlık oranı, düşük bakım maliyeti, üretim esnekliği gibi diğer klasik malzemelere göre polimerik kompozit yapıların pek çok avantajı vardır.

Epoksi reçine ve E-cam dokuma kumaşlar, MW ölçekli rotor kanatları için polimer matrisi ve takviye malzemesi olarak en çok tercih edilen malzemelerdir. Rüzgar türbin kanatlarının yaklaşık% 70 takviye malzemelerden ve % 30 polimer matristen oluşmaktadır. Yüksek gerilme mukavemeti ve kopma uzaması, yüksek malzeme sertliği ve hafifliği, rüzgar türbin kanadı üretimi için en önemli mekanik işlem parametreleridir.

Genellikle epoksi ve amin sertleştirici sistemler büyük ölçekli rotor bıçağı üretimi için tercih edilir. Epoksi sisteminin en önemli avantajları, sertleştikten sonra ve diğer termoset reçine sistemlerine göre boyutsal kararlılık ve düşük hacimsel çekme değeri (% 1-3) olmasıdır.

E-cam'dan üretilen dokuma kumaşlar MW ölçeğinde rüzgar türbini rotor kanadı üretimi için takviyeli malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bu tür takviyeli malzemeler daha iyi maliyet / mukavemet oranına sahiptir. Dokuma tipi, rüzgar türbin kanadı üretimi için kritik parametrelerden biridir. Çünkü cam kumaşların mekanik gücü dokuma tipi ile sınırlıdır. Bu nedenle dokunmuş cam kumaşı seçimi rüzgar türbin kanadı üzerindeki yük dağılımına göre yapılır.

Rüzgar türbin kanadı üretiminde, homojen yük dağılımı ve yüksek bükülme mukavemeti için sandviç yapılar kullanılır. Bu amaçlar için özellikle PVC köpük, balsa ağacı ve PET köpük tercih edilir. Eğilme yükü, rüzgar türbin kanatları için önemli parametrelerden biridir. Rüzgar türbin kanat üretiminde sandviç yapıların kullanılmasıyla, kanat ağırlıklarında yaklaşık% 3 oranında bir artış olmasına karşın kanat eğilme mukavemeti, sandviç yapısını içermeyen referans yapıya göre 3,5 kat artmaktadır.

Genel olarak 2000'li yıllardan sonra MW ölçekli rüzgar türbin kanadı üretimi için vakum infüzyon tekniği tercih edilmektedir. Bu üretim tekniğindeki temel prensip basınç farklı yaratılarak polimer matrisin kalıp dışından kalıp içine transfer edilmesi ve kalıp içinde homejen dağılımının sağlanması ve gerekli kütleme işleminin yapılmasıdır. Vakum infüzyon tekniği ile kalite dalgalanmaları önlenmiş ve yüksek mukavemetli ürünler üretilmektedir. Poliüretan esaslı jel kot ve boyalar, infüzyon ve yapıştırma işleminden sonra rüzgar türbin kanadı yüzey kaplaması için kullanılır. Kaplama uygulaması için iki ana hedef vardır; Bunlardan biri kompozit yapının UV, yağmur vb. çevre etkilerine karşı korunması, diğeri ise hava sürtünmesinin optimize edilmesidir.

Bu sunumda, global ve Türkiye'deki rüzgâr enerjisi pazarı ve MW sınıfı rüzgâr türbin kanat üretimi ana hatları ile açıklanacaktır.

Anahtar Sözcükler: Rüzgâr enerjisi, rüzgar türbini, kompozit rüzgar türbin kanatları,

THERMOPLASTIC COMPOSITES: AUTOMATION, RECYCLING AND CUTTING COSTS

Thomas de Bruijn^{1,2} and Ferrie van Hattum^{1*}

Lightweight Structures research group, Saxion University of Applied
Sciences

Ariensplein 1, 7511 JX Enschede, The Netherlands

* f.w.j.vanhattum@saxion.nl,

web page: <http://www.saxion.nl/lightweight>

²Institute for Polymers and Composites, University of Minho

Campus de Azurem 4800-058 Guimarães, Portugal

Abstract

Thermoplastic composites (TPCs) see an increasing interest in industrial applications, partially replacing metals, partially replacing thermoset composite solutions. This is mainly due to their beneficial stiffness/ strength-to-weight ratio, improved impact, chemical and fatigue resistance, low maintenance and recyclability. Many applications are already found in the aerospace and automotive industry, with significant growth predicted for the next decades [1].

However, some major hurdles exists for further penetration in other markets, namely: cost reduction, process automation and the availability of economically feasible recycling processes. The research group of Lightweight Structures (Saxion University of Applied Sciences – The Netherlands), focusses on industrial research on thermoplastic composites on the above topics.

A cost-effective alternative to advanced thermoplastic composites fibre tape placement system has been developed. It resembles a 3D-printer capable of depositing continuous fibre reinforced TPC tapes in almost any 2, 2.5 and 3D shape. These preforms are subsequently used as a structural inserts in conventional thermoplastic processes, with only minor alterations to the processes, offering increased properties to plastic products at only minor cost increases [2]. The process is being integrated in a fully automated (thermoplastic) production cell, including preheating, (robot-)handling, moulding and demoulding. Finally a low shear process has been developed that allows for reprocessing of long fibre thermoplastic, without significant fibre breakage and thus preserving overall properties. The process has been applied to the recycling of thermoplastic composite aerospace production waste into new, functional aerospace parts, as well as the upcycling of plastic waste [3]. Finally, thermoplastic composites have been prepared from recycled plastics and effectively used in making structural components in

above processes, thus offering further cost savings for a new potential for upcycling of plastic waste.

Keywords: Thermoplastic Composites, Recycling, Costs, Long Fibre Thermoplastics, Compression Moulding, Low Shear Mixing

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors acknowledge the financial support of their projects through SIA-RAAK, TFF-Tech for Future and EU-research grants. They are grateful to the industrial project partners involved in the mentioned projects, for their input and support.

REFERENCES

- [1] Lucintel, “Growth Opportunities in the Global Continuous Fiber Thermoplastics Market 2017-2022: Trends, Forecast, and Opportunity Analysis.” 2017.
- [2] T. A. De Bruijn, and F. W. J. Van Hattum, “Cost-effective use of continuous fibre reinforced thermoplastic composites in plastic products”, CAMX2015, Dallas TX, USA (2015).
- [3] T. A. De Bruijn, G. A. Vincent, and F. W. J. Van Hattum, “Recycling of long fibre thermoplastic composites by low shear mixing,” SAMPE Europe, Liège, Belgium (2016).

**AN OVERVIEW OF ADVANCED COMPOSITE APPLICATIONS IN
THE TURKISH DEFENSE INDUSTRY BASED ON AN EXAMPLE
PROJECT: OPPORTUNITIES AND THREATS**

**SAVUNMA SANAYİİNDE İLERİ KOMPOZİT UYGULAMALARINA
ÖRNEK BİR PROJE ÜZERİNDEN GENEL BİR BAKIŞ:
FIRSATLAR VE TEHDİTLER**

Fikret ŞENEL,

Bariş Savunma Endüstrisi A.Ş., Ankara

fikret.senel@barissavunma.com.tr

Abstract

The oldest known application of composite materials that are used for thousands of years, extending to ancient Egypt and Mesopotamia, the engineered composites used today are much newer and have been used increasingly since the second half of the last century. At the beginning of the 1930s, the invention of (Glass) fibers that are one of the two main components used in the production of composite materials is an important step in the use and spread of composites. Composite materials that are applied to a lot of fields since more than 100 years, allow making designs that meet the needs especially for less in weight but high in performance also with the help of the developments in material technologies. Advanced composites were applied in the aerospace and defense industries owing to the superior properties.

The European STINGER Joint Production Project that took place between 1989 and 1998 is a long-standing production project realized under the leadership of Germany with partners from many European countries including Turkey. Barış Savunma Endüstrisi A.Ş. (BARIŞ) participated as a subcontractor of the German firm Dornier and produced two critical sub-components.

Our domestic firms involved in this co-production project set up infrastructure at their premises that meets NATO production requirements while fulfilling the project. Similar projects have been realized on national level in order to effectively use the infrastructures established and enhanced.

One of these projects is Pedestal Mounted STINGER, Low Altitude Air Defense System project. In this project, BARIŞ realized the production of Coolant Reservoir Assembly that can bare Coolant Gas (Argon or Nitrogen) under high pressure, in 2004-2006, design, test and production infrastructures were established for this purpose. With the successful product

and line qualification, BARIŞ has been approved as a subcontractor of Raytheon. Currently, this critical subsystem is exported to the US.

In this paper, starting from the R&D phase supported by the Undersecretariat for Defense Industries of the Ministry of Defense, chronologically, the project work has been described in terms of changes on the balance of demands and supplies in the current projects. Positive and negative aspects of those changes, in which the conjuncture is very effective, are evaluated and opportunities and threats arising from the current situation are put forward. Suggestions have been presented for the solid growth in the sector.

Özet

Binlerce yıldır kullanılan kompozit malzemelerin bilinen en eski uygulamaları antik Mısır ve Mezopotamya'ya kadar uzanmakla birlikte, günümüzde kullanılan mühendislik kompozitleri çok daha yeni olup geçtiğimiz yüzyılın ikinci yarısından itibaren artan oranda kullanılmaya başlanmıştır. Kompozitlerin kullanımında ve yaygınlaşmasında üretimde kullanılan iki ana bileşenden (Cam) elyafın 1930'lı yılların hemen başında keşfedilmesi önemli yer tutmaktadır. 100 yılı aşkın bir süredir bir çok alanda uygulanan kompozitler, malzeme teknolojilerindeki gelişimlerin de yardımı ile özellikle hafif ama yüksek performans ihtiyacını karşılayacak tasarımların yapılabilmesine imkan vermektedir. İleri kompozitler bu üstün özellikleri ile havacılık ve savunma sanayiinde uygulanmıştır.

1989-1998 yılları arasında süren Avrupa STİNGER Ortak Üretim Projesi, Almanya liderliğinde birçok Avrupa ülkesi ile birlikte Türkiye'nin de katıldığı uzun soluklu bir üretim projesidir. Barış Savunma Endüstrisi A.Ş. (BARIŞ) bu projede o zamanki adı ile Alman DORNIER firmasının alt yüklenicisi olarak görev almış ve iki kritik alt parçayı üretmiştir.

Bu ortak üretim projesinde yer alan yerli firmalarımız, proje gereklerini yerine getirirken NATO üretim şartlarını karşılayan altyapıları kendi tesislerinde kurmuşlardır. Projenin tamamlanmasının ardından kurulan ve geliştirilen altyapıların ulusal projelerde etkin olarak kullanılması için benzer konularda yeni projeler hayata geçirilmiştir.

Bu projelerden bir tanesi Kaideye Monte STİNGER Alçak İrtifa Hava Savunma Sistemi projesidir. BARIŞ, bu projede yüksek basınç altında Soğutucu Gazı (Argon veya Azot) depolanmasına imkan veren gaz tankı kompleksinin üretimini, 2004-2006 yıllarında gerçekleştirmiş ve bu amaçla gerekli tasarım, test ve üretim altyapıları kurulmuş, başarı ile gerçekleştirilen ürün ve hat kalifikasyonu ile birlikte Füze Sistem Üreticisi Raytheon

firmanın onaylı alt yüklenicisi olunmuştur. Halen bu kritik alt sistem ABD'ye ihraç edilmektedir.

Bu bildiride, bu projenin MSB Savunma Sanayii Müsteşarlığı tarafından desteklenen ARGE safhasından başlayarak, kronolojik olarak proje çalışmalarında yapılanlar, günümüz şartlarında, ihtiyaç ve arz dengelerindeki benzer projelerde yaşanan değişimlere de değinilerek, anlatılmıştır. Konjonktürün çok etkili olduğu bu değişimin olumlu ve olumsuz yanları değerlendirilerek, mevcut durumdan kaynaklı fırsatlar ve tehditler ortaya konulmuştur. Sektörde sağlıklı büyümenin elde edilebilmesi için öneriler sunulmuştur.

POLYMER COMPOSITES IN DEFENSE APPLICATIONS

B. Gökçe DARA, PhD Materials Science

Roketsan Missiles Inc. Ankara, Turkey

Polymer composites with their apparent advantages on classical engineering materials proved themselves in defense applications as structural materials of choice in the last 30 years. Generally speaking they include a polymeric matrix phase which contains a secondary phase generally in the form of fibers. With confidence in them established and environmental problems solved by the help of re-cycling and careful material selection; the future of polymer composites lies in making them multi-functional. Lighter, stronger and durable polymer composites are now receiving more functions as being conducting, self-healing or stealthy. All these are possible with the application of nano materials in the form of either additives or coatings with special manufacturing techniques. Defense applications push the limits of multi-functional polymer composites to the edge to maximize their utilization in advanced systems.

In this roundup, utilization of polymeric composites in rocket, missile and ballistic protection applications will be presented together with their future potential.

ADVANCED COMPOSITE STRUCTURES: TODAY AND THEIR FUTURE

Dr. Levend Parnas,

TED University

Abstract

Advanced composites as the materials of our century presents tremendous number of opportunities in terms of properties and potential for new developments. The manufacturing world has been undergoing a paradigm shift these days in terms of materials use mainly driven by the optimum use of natural resources, especially energy. Lighter materials with higher performances and encompassing various intrinsic properties have been replacing conventional materials in a speedier fashion. Aerospace, automotive, energy are some examples of such intrusion. Their introduction in places for replacing the conventional ones actually presents prospects going beyond the efficient use of energy. Advanced composites and especially polymer based composites among this class of new materials come with a package of opportunities and challenges. This presentation presents firstly expectations for and driving factors behind the demand for these materials. Challenges, and difficulties in terms of materials themselves, designing with them, manufacturing related issues, testing problems are some of the topics which are addressed in this presentation. The future expectations and promising areas of developments are also tackled here. The anticipations from and associated problems with the association of new technologies including nanotechnology and electronics into the composite materials technology is also discussed.

USE OF NANOTECHNOLOGY IN FIBER REINFORCED COMPOSITES FOR ENERGY APPLICATIONS

Dr. M.Özgür Seydibeyoğlu

İzmir Katip Çelebi University, Materials Science and Engineering

seydibey@gmail.com

Abstract

The fiber reinforced composites attracts attention for the last 50 years and with the development of nanotechnology, fiber reinforced composites have been further improved with superior mechanical properties, thermal properties, electrical and thermal conduction besides many other functional properties. We have been working on different fiber composites including natural fiber, carbon fiber, and basalt fiber. We have been working on nanoparticles including nanocellulose, graphene, and carbon nanotube to improve the properties of the fiber composites. We will summarize all the findings and we will demonstrate potential applications in the energy industry especially renewable energy providing more environment friendly solutions.

3-BOYUTLU DOKUMA KARBON EPOKSİ VE CAM EPOKSİ KOMPOZİT MALZEMELERDE STATİK VE DİNAMİK ÇEKME DAVRANIŞININ TESPİTİ

Mehmet Karahan¹, Nevin Karahan¹

Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler M.y.o. Görükle-bursa

Özet

Bu çalışmada üç boyutlu kıvrımsız dokuma cam ve karbon-epoksi kompozitlerin statik ve dinamik çekme yüklemesi altında hasar ve yorulma özellikleri tespit edilmiştir. Her iki numune için de sonsuz yorulma yük seviyesi tespit edilmiştir. Yorulma yüklemesi altında kompozit malzeme içinde hasarın z-ipliklerinin atkı iplikleri ile kesiştikleri kısımlarda başladığı ve buradan yayıldığı anlaşılmıştır. Üç boyutlu dokuma yapıda z-iplikleri iplik katmanlarını bir arada tuttuğu için, klasik iki boyutlu kompozitlerde meydana gelen delaminasyon hasarları meydana gelmemiştir. Bu durum kompozit malzeme modülü ve yük taşıma kapasitesinin iki boyutlu klasik kompozitlere göre daha üstün ve sürdürülebilir olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler:3-boyutlu dokuma, Yorulma ömrü, Hasar

POLİMERİK KOMPOZİTLERİN SAVUNMA SANAYİİ UYGULAMARINA YÖNELİK ARAŞTIRMA ÖRNEKLERİ

Prof. Dr. Metin TANOĞLU

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Makina Müh. Bölümü 35430, İzmir

metintanoglu@iyte.edu.tr

ÖZET

Polimer matrisli kompozitler; özellikle savunma ve havacılık uygulamalarında, otomotiv, ulaşım ve yapı sektöründe, gemi ve denizcilik sistemleri ve platformları, başta rüzgar türbinleri olmak üzere enerji sistemlerinde olmak üzere hemen hemen tüm endüstriyel uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır. Bu malzemelerin giderek artan oranda uygulama bulmasında en önemli faktör hafifliği, yüksek spesifik mekanik ve yorulma performansı, korozyon ortamlara karşı dayanımları, darbe ve enerji absorblama kapasiteleri, fonksiyonel özellikler gösterebilmeleri, tasarıma uygunluk ve üretim esnekliği ve çeşitliliği sıralanabilir.

Kompozitlerin savunma sanayi uygulamaları için: zırhlı askeri ve VIP araçları, personel koruyucu vücut zırhları ve helmetler, denizaltı aksamaları, deniz araçları, radar komponentleri v.b. pek çok örnek sıralanabilmektedir. Geleceğin savunma uygulamaları için, askeri ve sivil zırhlı araçların ve zırhlı yelek, kask gibi personel vücut koruyucu zırh malzemelerinin ağırlıklarının azaltılmasına büyük ihtiyaç vardır. Zırh malzemelerinin geçmişten geleceğe olan gelişim eğilimi incelendiğinde, çelik ve titanyum benzeri konvesiyonel malzemelerin yüksek yoğunluklarından dolayı bulundukları zırhlı sistemlerin manevra kabiliyetini azalttıkları görülecektir. Gelecek uygulamalar için, balistik dayanımdan ve ömürden kaybetmeksizin, zırh sisteminin ağırlığını hafifletebilmek için yeni malzeme ve malzeme kombinasyonlarına ihtiyaç vardır. Polimer/seramik esaslı hibrid sistemler, aramid ve UHMWPE benzeri malzemeler hafif zırh malzeme gelişiminde yüksek potansiyel göstermektedir.

Blast (patlama) yükleri karşısında monolitik metal levhaların ve son yıllarda kompozit ve hafif malzemelerin davranışı önemli araştırma konusu olmuştur. Kompozit sandviç yapılar düşük ağırlıkları, yüksek eğilme momenti v.b. özellikleri nedeni ile hava ve uzay araçları ile, zırh sistemlerde uygulamalara sahiptir. Düşük ağırlıkları ve enerji emebilme özelliği gösteren yeni nesil fiber-metal lamina sistemleri (FML) havacılık, uzay ve savunma

uygulamalarında yüksek kullanım potansiyeline sahiptir Termoset esaslı FML'lerin mükemmel yorulma ve darbe dayanımı yanında daha uzun süreçler gerektiren proses teknolojileri ve düşük tabakalar arası kırılma tokluğu değerleri bir takım dezavantajlar da getirmektedir. Bunları karşılamak için termoplastik esaslı FML'lerde geliştirilmiştir.

Radar soğurucu kompozitler bir başka savunma sanayi uygulama örneğidir. Radar sistemleri tarafından uçak, roket, helikopter, gemi ve tank gibi hava, deniz ve kara platformlarının tespitinin engellenebilmesi için platformun kesiti yada yüzeyi radar soğurucu malzemelerden oluşturulabilmektedir. Özellikle hava, deniz ve kara platformlarının radar kesit alanının (RKA) azaltılmasında tüm olası radar tarama sistemi tehdidine karşı kullanılacak radar soğurucu malzemenin çok geniş bir frekans bandında soğurma yapabilmesi gerekmektedir.

Bu sunumda, kompozit malzemelerinin savunma sanayi ve havacılık uygulamalarına yönelik olarak gerçekleştirdiğimiz çalışmalara örnekler sunulacaktır.

Çalışmalarımızda, elyaf takviyeli termoset ve termoplastik kompozit yapılar ve metalik levhalardan oluşan FML zırh sistemleri geliştirilmiştir. Farklı yüzey modifikasyon teknikleriyle entegre edilen alüminyum Al ve polipropilen/cam elyaf kompozit FML sistemleri bu yapılara örnektir. Kompozit sistemlerinin farklı alansal yoğunluklarda patlama etkisine karşı performansları özel olarak tasarlanan test sistemleri ve patlatma testiyle ölçülmüştür. Patlama etkisiyle oluşan şok dalgalarına karşı geliştirilen sandviç sistemlerin yüksek oranda enerji emebildikleri saptanmıştır. Patlama testleri sonrası malzemelerde oluşan hasar modları incelenmiştir. İlave olarak, sandviç malzemelerin patlama yükü altındaki davranışlarının anlaşılması için simüle edilmiş patlama testi yardımı ile quasi-statik sandviç panel analizi dinamik patlama yüklemeleriyle ilişkilendirilmiştir.

Çalışmamızda, hafif zırh malzemesi olarak uygulanabilecek polimer/seramik hibrid kompozit yapılar geliştirilmiş ve bu yapıların balistik performansı test edilmiştir. Yüksek yoğunluk ve sertliğe sahip seramikler, belli bir hız ve enerji ile zırh yüzeyine çarpacak tehdidin deforme edilmesi ve penetrasyonunun en aza indirilmesi görevini üstlenmiştir. Dinamik yükleme sırasında, kompozit mikroyapısında oluşan çeşitli mikro kırılma mekanizmaları ile tehdidin sahip olduğu kinetik enerjinin önemli bir kısmı

absorbe edildiği gözlemlenmiştir. Personel koruyucu zırh sistemleri için aramid ve UHMWPE esaslı yapılar denenmiş ve balistik performansı test edilmiştir.

Kompozit yapıların laminalar arası kırılma tokluğu ve delaminasyon direncinin artırılabilmesi için elyaf kumaşları yüzeyine elektro-eğirme yöntemi ile ürettiğimiz nanometrik çapa sahip elyaflar kaplanmıştır. Nano elyafların mevcut olduğu interleaved kompozitlerin laminalar arası kırılma tokluğunda önemli artışların gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Radar absorblayan kompozit yapıların geliştirilmesi için manyetik ve dielektrik özelliğe sahip soğurucu dolgular elyaf takviyeli kompozit yapılara entegre edilmiştir. Hem yapısal performansla sahip hemde soğurma özelliği içeren kompozitlerin soğurma davranışı belli frekans bandı aralığında incelenmiştir.

Bir diğer örnekte, kompozit esaslı basınçlı hafif kaplar (tank) ve silidirik tasarlanması, optimizasyonu, modellenmesi ve üretiminin gerçekleştirilmesine yönelik çalışmalar sürdürülmektedir. Yüksek basınçta dayanıklı kompozit yapının davranışının sonlu elemanlar tekniği ile analiz edilmesi ve stokastik yöntemler ile yeni yaklaşımlara dayalı olarak optimize edilmesi, filament sarma teknolojileri ve özgün yöntemler ile sarılarak bu yapıların üretilmesi, geliştirilecek kompozit malzeme için mekanik, termal, termo-mekanik ve patlatma, sızdırmazlık, testleri sürdürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kompozit malzemeler, savunma sanayi uygulamaları, zırh sistemleri, FML (fiber-metal lamina sistemler), radar absorblayan malzemeler, sandwich yapılar, basınçlı kaplar, termoplastik kompozitler

**INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF POLYSTYRENE
NANOCOMPOSITES CONTAINING STYRENE-MALEIC
ANHYDRIDE-MODIFIED HALLOYSITE/SEPIOLITE**

**STİREN-MALEİK ANHİDRİT İLE MODİFİYE EDİLMİŞ
HALLOYSİT/SEPIYOLİT İÇEREN POLİSTİREN
NANOKOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Prof. Dr. Nurseli UYANIK, Refik ARAT

Istanbul Technical University, Faculty of Science and Letter, Department of
Chemistry, 34469 Maslak/Istanbul, uyanik@itu.edu.tr

Istanbul Kultur University, Faculty of Engineering, Bakirkoy/Istanbul,
r.arat@iku.edu.tr

Aim

In this study, the surfaces of naturally abundant inorganic nanoclays, namely halloysite nanotubes (HNT) and sepiolite (SEP), were modified with styrene-maleic anhydride copolymers (SMA) to provide compatibility and to improve dispersibility of these nanoclays in polystyrene (PS) matrix. Four commercial SMA having different molecular weights and different styrene/maleic anhydride molar ratios were used in the surface modification. Modified nanoclays were first characterized and then nanocomposite samples containing 5, 10 and 15 wt-% nanoclay were prepared by loading the nanoclay into PS matrix via a twin-screw microcompounder. Finally, the structural, thermal, mechanical and morphological properties of the PS nanocomposites were investigated.

Materials and Method

PS was used as polymeric matrix to prepare the nanocomposites. Natural and inorganic nanoclays, HNT and SEP, were used as used nanofillers. The commercial names, molecular weights, and styrene/maleic anhydride molar ratios of the four surface modifier agents are given in Table 1. *p*-toluene sulfonic acid (PTSA) was used as catalyst in the surface modification reactions.

Table 1. Commercial names, molecular weights and styrene/maleic anhydride molar ratios of the four SMAs.

Commercial name	Molecular weight (g/mol)	Styrene/maleic anhydride molar ratio
SMA-1000	5500	1:1
SMA-EF40	10500	4:1
SMA XIRAN SZ26120	120000	2.67:1
SMA XIRAN SZ15170	170000	5.33:1

Surface modification of nanoclays: 5 g of SMA was dissolved in THF solution via reflux and then 5 g of nanoclay was added to the solution (weight ratio of nanoclay/SMA is 1:1). PTSA catalyst (about 4 wt-%) was added to the reaction flask and the reaction was carried out in nitrogen atmosphere for 24 hours. After the reaction completed, the liquid mixture in the flask was centrifuged at 10000 rpm for 10 min to separate the modified nanoclay from the mixture. The modified nanoclay was washed again with THF to remove unreacted SMA and this was repeated three times. Finally, the precipitate was transferred to a Petri dish and dried in oven at 60°C overnight.

PS/Nanoclay composites preparation: PS composites containing 5, 10, and 15 wt-% unmodified and modified nanoclay were prepared by loading the nanoclay into PS matrix via a twin-screw microcompounder at 120 rpm rotational speed for 2 min at 200°C.

Discussion

In the first step, the structural and thermal analysis results showed that the nanoclay surfaces were successfully modified with SMAs. SMA-1000, having the lowest molecular weight and styrene/maleic anhydride molar ratio, was observed to be the most effective modifying agent in covering nanoclay surfaces. The results of morphological and thermal analysis of composites exhibited that the dispersion of nanoclays were improved and their thermal stabilities were increased due to surface modification; but no appreciable change was observed on the mechanical properties of nanocomposites.

Keywords: Polystyrene, Halloysite nanotubes, Sepiolite, Styrene-maleic anhydride copolymer, PS/Nanoclay composites.

Acknowledgement: Authors wish to thank to Eczacıbaşı ESAN for supplying HNT.

Amaç

Bu çalışmada, doğada bol miktarda bulunan inorganik yapıdaki halloysit (HNT) ve sepiyolit (SEP) nanokillerinin yüzeyleri, bu nanokillerin polistiren (PS) matrisle uyumlu hale gelmesini sağlamak ve polimer matris içinde karışabilirliğini artırmak amacıyla, stiren-maleik anhidrit kopolimeri (SMA) ile modifiye edilmiştir. Nanokillerin yüzey modifikasyonunda ticari olarak piyasada satılan, molekül ağırlıkları ve stiren-maleik anhidrit mol oranları birbirinden farklı 4 çeşit SMA kullanılmıştır. Modifiye edilen nanokiller önce karakterize edilmiş, sonra da ağırlıkça %5, 10 ve 15 oranlarında PS matrise katılarak çift vidalı ekstrüderde nanokompozit üretiminde kullanılmıştır. Hazırlanan PS nanokompozitlerin yapısal, termal, mekanik ve morfolojik özellikleri incelenmiştir.

Malzemeler ve Yöntem

Nanokompozitin elde edilmesinde polimerik matris olarak polistiren kullanılmıştır. Doğal, inorganik yapı ve hidrofilik özellikteki halloysit nanotüp (HNT) ve sepiyolit (SEP) nanokilleri, nanodolgu olarak kullanılmıştır. Yüzey modifikasyonunda kullanılan dört farklı SMA'nın ticari adları, molekül ağırlıkları ve stiren/maleik anhidrit mol oranları Tablo 1'de verilmiştir. Yüzey modifikasyon reaksiyonunda katalizör olarak *p*-toluen sülfonik asit (PTSA) kullanılmıştır.

Tablo 1. Modifikasyonda kullanılan SMA'ların ticari adları, molekül ağırlıkları ve stiren/maleik anhidrit mol oranları.

Ticari adı	Molekül ağırlığı (g/mol)	Stiren/maleik anhidrit mol oranı
SMA-1000	5500	1:1
SMA-EF40	10500	4:1
SMA XIRAN SZ26120	120000	2.67:1
SMA XIRAN SZ15170	170000	5.33:1

Nanokillerin yüzey modifikasyonu. 5 g SMA THF içinde reflüks edilerek çözündü ve çözeltiye 5 g nanokil (Nanokil/SMA ağırlık oranı 1:1) katıldı. Reaksiyon, kaba reaktiflerin toplam ağırlığının %4'ü kadar PTSA katalizörü katılarak azot atmosferinde 24 saat boyunca sürdürüldü. Bu süre sonunda reaksiyon tamamlandı ve karışım, modifiye edilmiş nanokili ayırmak için 10000 rpm hızda, 10 dak süreyle santrifüjlendi. Çökelti, reaksiyona girmemiş SMA'nın uzaklaştırılması için üç kez daha THF ile yıkandı. Petri kabına alınan çökelti 60°C etüvde bir gece bekletilerek kurutuldu.

PS/Nanokil kompozit üretimi. Ağırlıkça %5, %10 ve %15 oranlarında modifiye ve saf nanokil içeren PS kompozitler, çift vidalı ekstrüderde 200°C’de 2 dak süreyle 120 rpm hızda karıştırılarak hazırlandı.

Tartışma

İlk basamak yüzey modifikasyonu için yapılan yapısal ve termal analiz sonuçları, nanokillerin farklı SMA örnekleriyle başarılı bir şekilde modifiye edildiğini göstermiştir. Molekül ağırlığı ve stiren/maleik anhidrit oranı en düşük olan SMA-1000, nanokil yüzeye en yüksek oranda bağlanan modifiye ajanı olmuştur. Nanokompozit üretiminde ise yapılan morfolojik ve termal analizler, modifikasyon sayesinde nanokillerin PS matriste dağılımlarının iyileştiğini ve nanokompozitlerin termal kararlılığının arttığını göstermiştir. PS nanokompozitlerin mekanik özelliklerinde ise belirgin bir değişim gözlenmemiştir.

Anahtar kelimeler: Polistiren, Halloysit nanotüp, Sepiyolit, Stiren-maleik anhidrit kopolimeri, PS/Nanokil kompozitler.

Teşekkür: Çalışmada HNT nanokilini temin eden Eczacıbaşı ESAN’a teşekkür ederiz.

CONDUCTIVE POLYMERS AT ORGANIC PHOTO-ELECTRONICS: OPV, OLED, OFET

Prof. Dr. Sıddık İÇLİ

EGE ÜNİVERSİTESİ

Organic Photo-Electronic technologies of OPV (Organic Photo Voltaic), OLED (Organic LED lamp) and OFET (Organic Field Effect Transistor) are now the basis of novel advances at colored mobile phones, colored televisions-TVs.

Basic mechanism of OPV is the conversion of light emission into electricity. OLED works in a reverse mechanism, creates light with a minimal electrical current, also OFET acts as an effective transistor even under micro-currents. Initial OPV-OLED-OFET were based on monomer conductive molecules. But now conductive polymers of poly ethylene and derivative type molecules are preferred for stability and wide range of application advantages. In reality, these novel technology is an opening to simulation of organic life miracle on our Earth, which is based on Photosynthesis. All living species, that contain polymeric skins (including human beings), become conductive matters under solar irradiation. As a result application of poly ethylene and similar conductive polymers are now serious tools on novel advances of electronic tools.

DEVELOPMENT OF HYDROXYL TERMINATED POLYETHER BASED COMPOSITE ROCKET PROPELLANT FOR INSENSITIVE MUNITION APPLICATIONS AND ITS CHARACTERIZATION

DUYARSIZ MÜHİMMAT UYGULAMALARI İÇİN HİDROKSİ SONLU POLİETER BAZLI KOMPOZİT ROKET YAKITI GELİŞTİRİLMESİ VE KARAKTERİZASYONU

Hacı EŞİYOK^(a), Prof. Dr. Ülkü YILMAZER^(b)

^(a) Roketsan A.Ş., Yakıt ve Patlayıcı Teknolojileri Müdürlüğü, 06780, Ankara, hesiyok@roketsan.com.tr

^(b) ODTÜ, Kimya Müh. Böl., 06800, Ankara, yilmazer@metu.edu.tr

Abstract

The aim of the present study is the development of a new generation hydroxyl terminated polyether (HTPE) based composite rocket propellant and its characterization in terms of mechanical, ballistic and thermal properties. HTPE binders are developed and used in certain composite rocket propellant formulations as less sensitive alternatives to hydroxyl terminated polybutadiene (HTPB) which is the most common polymer used in propellant formulations. It is claimed that HTPE propellants give a less severe response than HTPB propellants in Insensitive Munition (IM) tests. In the first part of this study, HTPE based networks were synthesized to investigate the structure-property relationships in segmented polyurethane structures. They were prepared by hand mixing and applying vacuum for degassing of the resulting mixtures. After curing at constant temperature, the mixtures were characterized in terms of mechanical (Uniaxial tensile test, hardness test), structural (Swelling test, X-ray diffraction) and thermal (Differential scanning calorimeter (DSC), thermal gravimetric analysis (TGA), vacuum stability) properties. In the second part, the propellant samples were prepared by incorporating energetic components such as oxidizer, energetic plasticizer, burning rate catalyst to HTPE based elastomers in a 1-pint size vertical mixer. Ballistic characterization of propellant samples were made by strand burner tests. They were also characterized by DSC, TGA, and vacuum stability tester for thermal properties. The third part of this study was focused on the manufacturing and characterization of the candidate HTPE based propellant in larger scale. It was characterized again in terms of the mechanical, ballistic and thermal properties. Results showed that the propellant that was developed has good

mechanical and ballistic properties with well characterized thermal properties. These features indicate that it can be a good alternative for tactical missile systems, which are especially used in naval platforms.

Keywords: HTPE, composite rocket propellant, insensitive munition, propellant characterization

Özet

Bu çalışmanın amacı, yeni nesil hidroksi sonlu polieter (HTPE) bazlı kompozit roket yakıtı geliştirilmesi ve mekanik, balistik ve termal özellikler açısından karakterizasyonudur. HTPE bağlayıcı malzemesi, hidroksi sonlu polibütadien (HTPB) bağlayıcısına göre daha az duyarlı bir alternatif olarak geliştirilmiş olup belli kompozit roket yakıt formülasyonlarında kullanılmaktadır. Duyarsız mühimmat testlerinde, HTPE yakıtlarının, HTPB yakıtlarına oranla daha az hassasiyette sonuçlar verdiği iddia edilmektedir. Çalışmanın ilk aşamasında, HTPE bazlı ağsı yapılar sentezlendi ve parçalı poliüretan yapılarda yapı-özellik ilişkileri araştırıldı. Ağsı yapılar el karışımlarıyla hazırlandı ve vakum uygulayarak son karışımlar elde edildi. Sabit sıcaklıkta olgunlaşmadan sonra, mekanik (tek eksenli çekme testi, sertlik testi), yapısal (şişme testi, X-ışını saçılımı) ve termal (DSC, TGA, vakum kararlılık) özellikleri açısından karakterize edildi. İkinci aşamada, yakıt numuneleri, oksitleyici, enerjik plastikleştirici, yanma hızı katalizörü, gibi enerjik bileşenlerin HTPE bazlı elastomer yapılara 1-pint ölçeğinde dikey karıştırıcıda eklenmesiyle hazırlandı. Yakıt numunelerinin balistik karakterizasyonu telli brülör testi ile yapıldı. Termal özellikleri DSC, TGA ve vakum kararlılık testleriyle karakterize edildi. Çalışmanın üçüncü aşaması, büyük ölçekte HTPE bazlı aday bir yakıt formülasyonunun üretim ve karakterizasyonu üzerine yoğunlaştı. Yakıtın mekanik, balistik ve termal özellikleri karakterize edildi. Sonuçlar geliştirilen yakıtın iyi termal, mekanik ve balistik özelliklerde olduğunu gösterdi. Bu özellikler, HTPE bazlı yakıtın özellikle deniz platformlarında kullanılan taktik füze sistemleri için iyi bir alternatif olduğunu göstermektedir.

Anahtar Sözcükler: HTPE, kompozit roket yakıtı, duyarsız mühimmat, yakıt karakterizasyonu

ADVANCE MATERIALS IN AEROSPACE & DEFENCE INDUSTRIES AND ITS APPLICATIONS

HAVACILIK VE SAVUNMA SANAYİNDE İLERİ MALZEMELER VE UYGULAMALARI

Yalcin Yilmazkaya

Senior Consultant - Kale Group Companies
Secretary General – ACA

Abstract

Advance materials including Polymeric Composites with their important characteristics such as their ultra high strength, resistance to very high temperatures as well as being lightweight structures are key elements that will change the future of defense and aerospace industries.

Global competition in Aerospace and Defense industries forces countries to foster Research & Development (R&D) in developing future advanced materials using new technologies, inspiration by the nature (biomimicry) as well as advance manufacturing techniques for their rapid industrialization.

In recent years, major aircraft manufacturers like Boeing (B-787) and Airbus (A350 XWB) are keen on using advance composites and they are good examples of how this inspirational blend of science and nature in composites represent another significant evolution to conceive and manufacture the future platforms. The combination of these advantages result in lower operating costs, fuel burn and CO₂ emissions when compared with previous generation aircraft. Other prominent manufacturers are also following the same route.

In our analysis, global trends in aerospace and defense industries utilizing composite materials will be presented as well as market information will be shared with the audience.

In addition, some of the usage of new advance materials and composites will be discussed. A best practice in Applied University, Advance Research Center and Industry cooperation challenge in Germany will also be presented.

POLYURETHANE–UREA/SILICA NANOCOMPOSITES: DYNAMICS, INTERFACES AND STRUCTURE–PROPERTY BEHAVIOR

Oguzhan Oguz^{a,b} and Yusuf Z. Menceloglu^{a,b,*}

^aFaculty of Engineering and Natural Sciences, Materials Science and Nano Engineering, Sabanci University, 34956, Orhanli, Tuzla, Istanbul, Turkey

^bSabanci University Integrated Manufacturing Technologies Research and Application Center & Composite Technologies Center of Excellence, Teknopark Istanbul, 34906 Pendik, Istanbul, Turkey

*Corresponding Author: yusufm@sabanciuniv.edu

Abstract

Poly(ethylene oxide) (PEO) based polyurethaneurea-silica nanocomposites were prepared by solution blending and characterized by Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscopy (SEM), Small/Wide–Angle X-ray Scattering (SAXS/WAXS), Differential Scanning Calorimetry (DSC), Dielectric Relaxation Spectroscopy (DRS) and tensile testing. The colloidal silica nanoparticles with an average size of 50 nm were synthesized by modified Stöber method in isopropanol. Silica particles were incorporated into three cycloaliphatic polyurethaneurea copolymers (PUs) based on PEO oligomers with molecular weights of 2000, 4600 and 8000 g/mol. Hard segment content of PUs was constant at 30% by weight. Silica content of the PU nanocomposites varied between 1 to 20% by weight. Molecular dynamics in the rigid amorphous fraction (RAF) of the polymer bound at the interfaces with nanoparticles in polymer nanocomposites were examined. To achieve, the ‘3-phase-model’ for semi–crystalline polymers, where the polymer matrix consists of the crystalline fraction (CF), the mobile amorphous fraction (MAF) and the RAF, was followed. While the amorphous polymer bound by crystallites is completely rigid, neither contributing to the glass transition, nor displaying molecular dynamics, the amorphous polymer bound at the interfaces with filler displays decelerated dynamics, as compared to the bulk polymer. The dynamic glass transition of the RAF in PU-silica nanocomposites was also demonstrated. Results mainly suggest a plausible explanation for the discrepancy between T_g values obtained by DSC and DRS in the literature. It is demonstrated that, in T_g

values, DRS takes the bound polymer into account, whereas DSC does not. In addition, key parameters like filler distribution, interactions, interfaces, and their effects on the mechanical properties of the final materials were also investigated. Briefly, elastic modulus and tensile strengths of PU copolymers gradually increased with increasing amount of the silica filler. Elongation at break values gradually decreased in PEO–2000 based PU copolymer with increasing silica content, whereas no notable change was observed in PUs based on PEO–4600 and PEO–8000. Enhancement in tensile properties of the materials was mainly attributed to the homogeneous distribution of silica filler in polymer matrices and strong polymer–filler interactions.

DEFENSE INDUSTRY ***SAVUNMA SANAYİ***

**DEVELOPING NEW LIGHTWEIGHTED PLASTIC AND STEEL
ALLOY (HYBRID) TOW HOOK FOR AN AUTOMOBILE
BİR OTOMOBİL İÇİN GELİŞTİRİLEN HAFİFLETİLMİŞ
PLASTİK-ÇELİK ALAŞIMLI (HİBRİT) ÇEKİ KANCASI**

Alican KILIÇASLAN, Ayça KÜÇÜKOĞLU, İsmail ARSLAN

Türk Otomobil Fabrikası A.Ş., ARGE, İstanbul Cad. No: 574 16369/Bursa

alican.kilicaslan@tofas.com.tr, ayca.kucukoglu@tofas.com.tr,
ismail.arslan@tofas.com.tr

Abstract

In our fast-paced-world, especially for our current decade, automobile producers have already turned their faces to new materials and production solutions because of environmental and ecological irregularities and forces. To take under control of fuel consumptions and carbon emissions, it becomes necessary to produce more light weighted and environmentalist automobile. On the other hand, it requires without structural, security and comfort lack to respond customers 'wishes. With this approach, a typical steel alloy tow hook is converted to hybrid; these are glass fiber reinforced thermoplastic and steel alloy. Because of that; aiming to reduce weight of component on a large scale.

In this study, an automobile still on production line, has been selected. Without any structural or geometrical modifications on automobile body, chassis or trim parts. Hybrid (steel alloy and glass fiber reinforced thermoplastic) tow hook is re-designed and light weighted according to sustain of structural stiffness, durability, geometrical and vehicle homologations. New required design volumes are generated by topology optimization to reach stiffness constraints as same as totally steel alloy tow hook. After re-design work, hybrid tow hook is analyzed under specified loads and boundary conditions using Finite Element Method. In spite of weight reduction and material changing, it is clearly seen that structural requirements still keep their performance if it compares to steel alloy tow hook.

Keywords: Tow Hook, Thermoplastics, Glass Fiber, Composite

Özet

Hızla gelişen dünyamızda, özellikle son on yılda otomobil üreticileri çevre ve ekolojik düzensizlikler ve baskılar sebebiyle yeni malzeme ve üretim metotlarına yönelmişlerdir. Yakıt tüketimi ve karbon emisyon gazı salınımını kontrol altına almak için, daha hafif ve çevreci araçların üretmek gerekli hale gelmiştir. Diğer açıdan, yapısal, güvenlik ve konfor kaybı olmadan, müşterilerin beklentilerinin karşılanması gerekmektedir. Bu yaklaşımla, bir tipik çelik alaşım malzemeden çeki kancası, hibrit malzeme kullanımı ile cam elyaf takviyeli termoplastik ve çelik alaşım olacak şekilde dönüştürülmüştür. Bu sebeple, ürün ağırlığı azaltılması amaçlanmıştır.

Bu çalışmada, hâlihazırda üretim hattında olan bir otomobil seçilmiştir. Gövde, şasi ve ya trim parçalarında herhangi bir yapısal ve geometrik değişiklik yapmadan, yapısal dayanım, ömür, geometrik ve homologasyon gereklilikleri sağlanacak şekilde hibrit çeki kancası yeniden tasarlanmış, ağırlığı azaltılmıştır. Gerekli tasarım hacimleri topoloji optimizasyonu ile tamamen çelik alaşım çeki kancasına ait direngenlik kısıtlamalarına göre belirlenmiştir. Yeniden modelleme çalışması sonrası hibrit çeki kancası Sonlu Elemanlar Metodu kullanılarak gerekli yük ve sınır koşulları altında analiz edilmiştir. Ağırlık azaltımı ve malzeme değişikliği çalışmasına rağmen, çelik alaşım çeki kancası ile benzer performansı göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çeki Kancası, Termoplastik, Cam Elyafı, Kompozit

STACKING SEQUENCES DESIGN OF COMPOSITE HYDROGEN STORAGE TANKS USING OPTIMIZATION ALGORITHMS

KOMPOZİT HİDROJEN DEPOLAMA TANKLARINDA AÇI DİZİLİMLERİNİN OPTİMİZASYON ALGORİTMALARI KULLANILARAK TASARLANMASI

Harun Sayı¹, H. Seçil Artem¹, Levent Aydın², Ozan Ayakdaş²

1 Department of Mechanical Engineering, İzmir Institute of Technology

Urla, İzmir, 35430, Turkey

secilartem@iyte.edu.tr

harunsayi07@gmail.com

2 Department of Mechanical Engineering, İzmir Kâtip Çelebi University

Çiğli, İzmir, 35000 Türkiye

leventaydin@gmail.com

ozanayakdas@gmail.com

Keywords: pressurized gas storage tanks, optimum design, first-ply failure theory, classical lamination theory

Aim of the Study

Pressurized gas storage tanks are used in certain industries which require to store more gas (i.e. hydrogen) in a tank. Recently, hydrogen has been a type of fuel for electrical vehicles (i.e. fuel cell vehicles). In mobile applications, defense and aero-space industry, composite storage tanks; Type III (metal liner), Type IV (polymer liner) and Type V (without liner), having higher strength and lightweight have been preferred to store hydrogen.

Type III storage tanks are built by composites as the main reinforcement part and inner metal liner which is called mold of the tank. Type III pressured storage tanks can be designed to have desired mechanical performance and lightweight similar to Type IV and Type V but with lower cost and ease of manufacturing.

Recently, Type III storage tanks have been studied by some researchers. The main objectives for these studies are generally increasing the overall stiffness to provide higher failure pressures while decreasing the required weight of the storage tank without decreasing its strength.

In this study, maximization of burst pressure of a cylindrical Type III storage tank is aimed. In this regard, the present study has been organized to obtain optimum stacking sequences of the tank by optimization algorithms for maximum burst pressure considering first ply failure as constraint. Classical lamination theory (CLT) is used to generate the objective function necessary

for optimization. Results obtained by optimization algorithms have been compared in the aspect of mechanical performance and CPU time.

Material Selection and Methodology

Aluminum liner (6 series T6 heat treated) and laminated carbon fiber/epoxy composite have been selected as materials of Type III storage tank designs in the present study. The liner is assumed to be isotropic and homogeneous; the carbon /epoxy composite are considered as transversely isotropic.

Three cylindrical Type III storage tank designs with different number of layers have been studied. In composite designs, direct search method; Nelder-Mead (NM) and stochastic optimization method; Differential Evolution (DE) have been used. In order to predict the damage evolution and burst pressure of the tank, Tsai-Wu, Tsai-Hill, Maximum Stress and Hashin failure theories have been used.

Results and Discussion

In this study, the optimum stacking sequences of composite part giving maximum burst pressure have been investigated.

Comparison of the different type of storage tanks has showed that the maximum burst pressure of Type III storage tank obtained by Tsai-Wu failure criterion has been increased by 20%, 15% and 12% in 8-layered, 12-layered and 16-layered designs, respectively compared to composite tank without liner (Type V).

Differential Evolution and Nelder Mead algorithm are used in design and optimization of Type III tanks. A comparison study is also performed with selected designs. The results indicate that optimal fiber angle orientations obtained by using Differential Evolution have provided higher burst pressures compared to Nelder Mead, however requires more CPU time.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was prepared within the scope of TÜBİTAK PROJECT 215M182

Anahtar Kelimeler: kompozit basınçlı gaz depolama tankları, optimum dizayn, ilk tabaka hasar teorisi, klasik laminasyon teorisi

Çalışmanın Amacı

Basınçlı gaz depolama tankları hidrojen gibi gazların taşınması ve kullanılması esnasında tercih edilmektedir. Mobil uygulamalarda (hidrojen yakıt hücresi ile çalışan araçlar ve otobüsler), hava-uzay ve savunma sanayiinde, mukavemet ve hafifliği birlikte sunan Tip III (metal iç gömlek),

Tip IV (polimer iç gömlek) ve Tip V (iç gömleksiz) kompozit depolama tankları tercih edilmektedir.

Tip III basınçlı hidrojen depolama tankları, temel takviye bölümü olarak kompozit ve tank kalıbını oluşturan metal iç gömlekten meydana gelir. Tip III depolama tankları, yüksek mukavemet ve hafifliğe sahip olarak tasarlanabilirken, diğer kompozit depolama tank tiplerine göre daha düşük maliyet ve üretim kolaylığı ile üretilmektedir.

Literatüre bakıldığında, Tip III depolama tankları, bazı araştırmacılar tarafından hem teorik hem de deneysel yöntemlerle, ağırlık azaltma ve patlama basıncını artırma yönünden incelendiği görülmektedir.

Bu çalışmada, öncelikle, geliştirilen bilgisayar kodu literatürden faydalanarak doğrulanmıştır. Akabinde, Tip III ve Tip V depolama tankları mekanik performans ve ağırlıkları yönünden karşılaştırılmıştır. Optimizasyon bölümünde, optimizasyon algoritmaları kullanılarak silindirik Tip III depolama tank dizaynlarının optimum açı oryantasyonu bulunmuştur. Optimizasyon algoritmaları, elde edilen sonuçlara bakılarak, optimal dizaynların sunduğu mekanik performanslar ve sonuç verme hızları bakımından karşılaştırılmıştır.

Malzeme Seçimi ve Metodoloji

Yapılan çalışmada Tip III depolama tanklarının malzemesi olarak, alüminyum iç gömlek (6 serisi T6 ısıtıl işleminden geçmiş) ve karbon fiber/epoksi kompozit seçilmiştir. İç gömleğin izotropik ve homojen olduğu, karbon/epoksi kompozitin çapraz izotropik olduğu kabul edilmektedir.

Çalışmada, farklı sayıda tabaka içeren üç adet silindirik Tip III depolama tankı tasarımı incelenmiştir. Kompozit depolama tank dizaynları, direkt arama metodu; Nelder-Mead (NM) ve stokastik optimizasyon methodu; Diferansiyel Evrim (DE), kullanılarak yapılmıştır. Hasar ilerlemesi ve patlama basınçlarının tespiti için Tsai-Wu, Tsai-Hill, Maksimum Stres ve Hashin kırılma kriterleri kullanılmıştır.

Sonuçlar ve İrdelemeler

Bu çalışmada, silindirik Tip III kompozit depolama tankı için maksimum patlama basıncını sağlayan optimum açı dizilimleri araştırılmıştır. Optimizasyon öncesinde, Tip III ve Tip V depolama tanklarının karşılaştırma sonuçlarına bakılarak, Tsai-Wu kırılma kriterine göre 8, 12 ve 16 tabakalı Tip III tank dizaynlarına ait patlatma basınçları, Tip V türevlerine göre sırasıyla %20, %15 ve %12 daha fazla olmuştur.

Tip III depolama tanklarının dizayn ve optimizasyonu için Diferansiyel Evrim ve Nelder Mead algoritmaları kullanılmıştır. Elde edilen optimal tasarımlar için karşılaştırma yapılmıştır. Bu sonuçların gösterdiğine göre DE ile elde edilen optimum tasarımların NM ile elde edilen optimum dizaynlara göre daha yüksek patlatma basıncı sağladığı görülmüştür. Fakat, DE ile elde edilen tasarımlar daha fazla bilgisayar işlem süresi gerektirmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma 215M182 No'lu TÜBİTAK PROJESİ kapsamında hazırlanmıştır.

DEVELOPMENT of COMPOSITE ARMOR PLATES by PULTRUSION TECHNIQUE

KOMPOZİT ZIRH LEVHALARIN PULTRÜZYON TEKNİĞİ KULLANILARAK GELİŞTİRİLMESİ

Sema Yıldız^{1,a}, Mehmet Kayhan², Emre Tezgören², Metin Tanoğlu¹

1. Izmir Institute of Technology, Mechanical Engineering
Department, Urla-Izmir, Turkey
2. Tezkom Kompozit Teknolojileri Industry and Trade Inc., Eskişehir
Organize Sanayi Bölgesi 2.Cadde No:12, 26250, Eskişehir, Turkey
a. semayildiz@iyte.edu.tr,

ABSTRACT

Nowadays development of the defense systems have become more prominent due to the public security requirements and increasing security threats. At this point, innovative approaches are needed to significantly reduce the weight of the armor systems and thus improve the mobility and transportability of these systems while obtaining efficient strength, reasonable cost and ease of mass production. The recent studies which were conducted for this purpose reveal that composite and composite/ceramic based systems seem to be more effective compared to the conventional armor systems due to the parameters like weight reduction, lower cost etc.. Because of their promise of meeting these requirements, the eyes of the defense world have begun to focus on the development of composite material systems.

The aim of this study is to develop the aforementioned features of the composite systems for both military and civil defense industrial uses and to present it primarily to the service of Turkish Defense Industry with domestic production. Developed materials can be used in military and civilian area armored vehicles like military personnel carriers, money transportation for banks, armored civilian vehicles, tanks, helicopters, war ships..etc. They also can be evaluated in the production of human life protection systems like, personnel protection (armored vests and barriers) and military and civilian facilities (guard cabins, police stations, airport platforms, etc.) to reduce the casualties.

For these reasons, the pultrusion process has been used in our study because of its efficiency in producing composite materials as a mass. Pultrusion is a continuous process which allows the production of constant cross sectional structures having tailored material properties and therefore enables the high quality mass production.

Composite panels consisting of multiaxial glass fabric, Polyurethane (PUR) or Unsaturated Polyester (UP) systems produced in 10-15-20 mm thicknesses are obtained by pultrusion process. Ballistic tests were carried out according to V₅₀ (FSP, fragment simulating projectile) and National Institute of Justice (NIJ) standards and the effects of plate thickness on ballistic performance of composites were investigated. Additionally, Ballistic protective level of multiaxial E-Glass fabric/Alumina (Al₂O₃) ceramic hybrid composite system were measured. Also, the flexural bending strength analysis and energy damping values of the 10 mm thick Unsaturated Polyester and Polyurethane based panels by Izod method were determined.

According to the obtained measurements, V₅₀ test results of unsaturated polyester based panels having 10-15-20 mm thicknesses against FSP threats were measured as 564.6, 971.8 and >1009 m/s. V₅₀ value of Polyurethane based panel were detected as 566.8 m/s against FSP threat. It has also been determined that unsaturated polyester based panels have NIJ II-NIJ IIIA levels of ballistic protection with a partial penetration. Hybrid composite system containing Alumina ceramics was observed to provide protection at NIJ III level. The flexural bending strengths, flexural modulus and compression strengths of 10 mm UP and PUR panels were measured as 326.9 MPa, 18.27 GPa, 251.65 MPa and 517.30 MPa, 17.50 GPa, 316.40 MPa; respectively. Also, their energy absorbing values were measured for these UP and PUR systems as 202.76 kJ/m² and 337.56 kJ/m². Polyurethane based system has superior mechanical properties than polyester ones owing to the more stiff nature of the resin.

ACKNOWLEDGEMENT

We would like to thank TUBITAK for its support with the project number of 7160896 under the TEYDEB 1507 Program.

ÖZET

Günümüzde giderek artan güvenlik tehditlerine karşı savunma sistemlerinin ve dolayısı ile kompozit zırh sistemlerinin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Bu amaçla son yıllarda yapılan çalışmalarda, kompozit ve kompozit/seramik esaslı sistemlerin ağırlık azaltımı, düşük maliyet v.b. unsurlarından dolayı savunma sanayisinin duyduğu ihtiyaçları karşılamada geleneksel zırh sistemlerine göre daha etkili olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı da, kompozit sistemlerin bahsedilen özelliklerinin gerek askeri gerek sivil savunma sanayii kullanımları için etkin bir şekilde geliştirilmesi ve yerli üretim ile öncelikli olarak Türk Savunma Sanayisi'nin hizmetine sunulmasıdır.

Bu sebeple yürüttüğümüz çalışmada, seri olarak kompozit malzeme üretimi gerçekleştirmekte etkinliğinden dolayı pultrüzyon prosesi kullanılmıştır. 10-15-20 mm kalınlıklarda üretilmiş multiaksiyel cam kumaş, Poliüretan (PUR) ve doymamış polyester (DP) sistemlerinden oluşan kompozit paneller pultrüzyon prosesi ile elde edilmiştir. V_{50} (FSP, fragment simulating projectile) ve National Institute of Justice (NIJ) standardına göre balistik testler gerçekleştirilmiş, levha kalınlığının kompozitlerin balistik performansına etkileri incelenmiştir. İlave olarak, multiaksiyel E-cam kumaş /Alumina seramik hibrit kompozit sisteminin balistik dayanımı ölçülmüştür. Ayrıca, 10 mm kalınlıktaki doymamış polyester ve poliüretan içerikli levhaların eğilme mukavemet analizleri ile enerji sönmleme değerleri Izod yöntemi ile belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, doymamış polyester içerikli 10-15-20 mm levhaların FSP tehdidi karşısında V_{50} test sonuçları; 564.6, 971.8 ve >1009 m/s olarak ölçülmüştür. Poliüretan ile üretilen levhanın FSP tehdidi karşısında ise 566.8 m/s limitinde V_{50} değeri göstermiştir. Yine Doymamış Polyester içerikli levhaların NIJ II-NIJ IIIA seviyesinde balistik dayanıma sahip olduğu, panellerde kısmi penetrasyon gerçekleştiği ölçülmüştür. Alumina seramik içeren hibrit kompozit sisteminin ise NIJ III seviyesinde koruma sağladığı gözlemlenmiştir. 10 mm kalınlıktaki levhaların eğilme mukavemeti, eğilme modülü ve basma mukavemeti doymamış polyester levha için sırasıyla 326.9 MPa, 18.27 GPa, 251.65 MPa, poliüretan levha için ise 517.30 MPa, 17.50 GPa, 316.40 MPa olarak belirlenmiştir. DP ve PUR kompozitlerin Izod enerji absorblama değerleri ise yine sırasıyla 202.76 kJ/m² ve 337.56 kJ/m² olarak ölçülmüştür.

TEŞEKKÜR

TÜBİTAK'a TEYDEB 1507 Programı altında 7160896 no'lu proje kapsamında verdiği destekten dolayı teşekkür ederiz.

MATERIAL ***MALZEME***

FILAMENTS SPUN FROM THERMOTROPIC POLYESTERS TERMOTROPİK POLYESTERLERDEN ÇEKİLEN FİLAMENTLER

A. Bedii Erdemir

A. BEDİİ ERDEMİR R&D, ENGINEERING and CONSULTANCY
SERVICES

Mutlukent, 1920. Cad, Beykoy Sitesi, Temmuz Sk, no 4/31, Çankaya, 06810
Ankara.

be@fibre-eng.com

Abstract

Use of strong and stiff reinforcement elements that are chemically and thermally stable, unaffected by water, uv radiation, etc. at correct geometry with suitable binders are major key factors for the formation of successful composites. These prerequisites are met to varying degrees by synthetic filaments like aromatic polyamides (Aramids) and carbon fibres which are referred to as high strength and high modulus (HSHM) filaments.

Success of aramids is a direct result of high molecular anisotropy along the fibre axis easily achieved by their lyotropic liquid crystalline behaviour. Nearly all of the molecules in the filament cross-section are load bearing elements. Carbon fibres also owe their success to their molecular structure which consists of axially oriented turbo stratified layers of graphite sheets held by Van Der Waal forces. Another form consists of axial micro tubes configured by graphite like organisation on tubular surfaces along the fibre axis. Either route gives tremendous rise to its tensile properties.

However, these HSHM fibres get destroyed when bent around small radii. It limits their utilisation to stiff composite articles. Carbon fibres additionally suffer from premature rupture when subjected to even small torsional deformations.

Rubber matrix reinforcement that may be needed in a variety of demanding applications is not possible with these otherwise very highly successful materials. The task is currently met by conventional flexible filaments with aliphatic origin. Aliphatic molecular morphology permits only few load bearing chains across the fibre axis due to which they are mechanically poor performers. They also suffer from high degree of shrinkage at elevated service temperatures. There exists a need to a high performing flexible filament that will not rupture when flexed or torsioned or shrink at service temperatures. Aramids are not very dependable if used in wet environments,

composites reinforced by them needs to be protected against effects of water and humidity.

Aromatic polyesters are thermotropic liquid crystalline counterparts of aramids. They are synthesized and converted to filaments with relative ease and are naturally impervious to wet conditions which increased the interest in them. However, it turned out that they also suffer from premature rupture when flexed as well as being comparatively somewhat poor tensile performers. Further more, heat treatment needed to improve their mechanical performance is too long to permit commercial production easily.

Thermotropic homo-polyesters due to their planar rigid rod like molecular geometry crystallise into near perfect crystallites that melt at temperatures well above their thermal stability limit. To render them processable molecular regularity is disrupted by the introduction of various molecular forms at random. Consequently the crystallite perfection and hence the melting temperature is lowered for processability. However, the mechanical performance is also lowered!

To solve the problems associated with HSHM filaments new macromolecule design philosophies and new process approaches are needed.

One approach envisaged may open the gate to processing thermotropic polyesters into filaments with flawless molecular orientation obviating the need for lengthy heat treatment while another approach may allow a flexible filament to be produced in exchange for some acceptable loss in mechanical performance.

Some pioneering studies showed that thermotropic random co-polyesters lend themselves to processing manipulations leading to selective formation of liquid and/or solid domains with interesting properties that may open new processing horizons. Polymer alloys, insitu composites, pico fillers and novel processing techniques may be explored for further improvements.

Özet: Kimyasal ve termal kararlılığı yüksek, sağlam ve sert güçlendirme elemanlarının doğru geometride uygun bağlayıcılar ile birleştirilmeleri başarılı tümelşik yapılar için esas anahtar unsurlardır. Bu ön şartlar, yüksek kopma kuvveti ve yüksek elastik modül (YKKYEM) özelliklerine atıf yapılan aromatik poliamid (Aramids) ve karbon lifleri tarafından belirli ölçülerde karşılanabilmektedir.

Aramidlerin başarısı liyotropik sıvı kristal özellikleri sayesinde kolayca oluşan lif uzun eksenli doğrultusunda yüksek moleküler yönelmelerinin

sonucudur. Lif kesitinde bulunan neredeyse tüm moleküller yük taşırlar. Karbon lifleri de başarılarını lif eksenini yönünde karışık katmanlar şeklinde organize olmuş Van Der Waal kuvvetleri ile bir arada tutulan grafit yüzeylere borçludurlar. Bir başka karbon lif yapısı, grafit benzeri yüzeyi olan mikro tüplerin lif uzun eksenini boyunda yönlenmesi şeklindedir. Her iki yapı karbon liflerinin tansiyon altında mekanik özelliklerinin çok yüksek düzeyde oluşmasını sağlamaktadır.

Bunlarla beraber YKKYEM lifler küçük çap etrafına sarıldıklarında tahrip oldukları için esneklik gerektirmeyen tümleşik yapıların güçlendirilmesinde kullanılabilirler. Ayrıca, karbon liflerinin burulma dayanımı yoktur ve Aramidler de nemli koşullarda güvenilir değildir, güçlendirdikleri tümleşik yapıların nem etkilerinden korunmaları gerekir. Kauçuk matrisli tümleşik yapıların esneklik ve yüksek mukavemet gerektiren uygulamalarında YKKYEM lifleri takdire şayan mekanik performanslarına rağmen yukarıda anılan olumsuzluklarından dolayı kullanılamamaktadırlar. Bu görev halihazırda esnek davranış gösterebilen alifatik orijinli konvansiyonel lifler tarafından olabildiği ölçüde karşılanmaktadır. Alifatik moleküler morfoloji sonucu lif kesitinde sadece birkaç yük taşıyan zincir bulunduğundan mekanik performansları çok düşüktür. Ayrıca yüksek hizmet sıcaklıklarında lif boyunun çekme sonucunda kısalması sorunu da vardır. Esnek tümleşik yapıların inşasında yüksek mukavemetli, büküldüğünde tahrip olmayan ve hizmet sıcaklıklarında çekmeyecek filamanlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Aromatik polyesterler, Aramidlerin liyotropik davranışının karşılığı olarak termotropik sıvı kristal özellik taşırlar. Nispeten kolay sentezlenirler ve kolayca filamana çevrilirler. Nemden ve sudan etkilenmemeleri de onlara olan ilgiyi artırmıştır. Ne var ki onlar da esnetilmeleri sonucunda benzer şekilde tahrip olurlar. Ayrıca mekanik performanslarının da daha düşük olduğu ortaya çıkmıştır. Daha da kötüsü, mekanik performanslarının artırılması için gerekli ısı işlemin çok uzun sürmesi ticari amaçla üretilebilmelerinin de önünü kesmektedir.

Düzlemsel ve katı çubuk gibi formlarından dolayı termotropik homopolyesterler molekülleri mükemmel yakın kristal oluşturdıklarından ergime dereceleri termal bozulma sıcaklığının çok üstündedir. Proses edilebilir kılınmaları için moleküler düzgünlükleri çeşitli farklılıklar içeren moleküler formların zincir boyunca rastgele bulundurulmaları neticesinde azaltılmıştır. Bu sayede kristal mükemmeliyeti ve ona bağlı olan ergime sıcaklığı düşürerek termal bozulma sıcaklığının altına inmiştir. Ancak aynı oranda mekanik performansları da düşmüştür.

YKKYEM liflere ait anılan problemlerin çözülmesi için yeni makromolekül tasarım felsefesine ve yeni proses yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Öngörülen bir yaklaşım termotropik polyesterlerin kusursuz moleküler yönlenmesinin önünü açarak uzun ısı işlem ihtiyacını ortadan kaldırabilir. Bir başka yaklaşım ise, esnek davranış gösterebilen aromatik esaslı filamanların üretimini kabul edilebilir mekanik performans kayıpları ile mümkün kılabilir. Öncü çalışmalar, termotropik polyesterlerin yeni ufuklar açabilecek enteresan özelliklere havi sıvı ve katı bölgelerin seçilerek oluşması ile neticelenen proses manipölasyonlarına izin verdiğini göstermiştir. Performans liflerinde ilave iyileştirme arayışları için polimer alaşımları, kendi içinde tümleşik yapı oluşumu, piko dolgulara ve yeni proses yöntemlerine baş vurulması söz konusudur.

EVALUATING LIGNIN AS A CO-AGENT FOR NITRILE RUBBER VULCANIZATION

LİGNİNİN NİTRİL KAÜÇÜK VULKANİZASYONUNDA KOAJAN OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Arzu Oral¹, Davut Aksüt², Bağdagül Karaağaç^{1*}, Murat Şen²

¹Department of Chemical Engineering, Kocaeli University, Umuttepe Campus, 41380, Kocaeli, Turkey

²Department of Chemistry, Hacettepe University, Beytepe Campus, 06080, Ankara, Turkey

arzukilic22@gmail.com; aksutdavut@gmail.com;
bkaraagac@kocaeli.edu.tr; msen@hacettepe.edu.tr

Aim

Lignin is a natural polymer derived from renewable resources. It has great potential as a reinforcing material in polymeric materials; because it is non-toxic, inexpensive, available in large amounts as a waste from cellulose production. Lignin has a resin-like structure and it is able to accompany vulcanization reaction by affecting the network structure of rubber matrix. Due to its high resistance to aggressive agents, acrylonitrile butadiene rubber (nitrile rubber, NBR) is a widely used rubber matrix for manufacturing special purpose industrial rubber products. Besides, NBR has relatively low green strength and mechanical properties as well as poor aging resistance. Improving its overall properties is an important issue for academy and also industry. In this study, possible co-agent effect of lignin in nitrile rubber vulcanization has been evaluated in terms of rheological and dynamic properties. Cure kinetics of lignin-assisted NBR vulcanization was also investigated by using a non-linear cure kinetic model.

Material-Method

Commercial code of NBR was KNM 40M and was purchased from Elkim Kauçuk, Turkey. Lignin was kindly obtained from Zonguldak Çaycuma OYKA A.Ş. as raw and with 76% dry content. Carbon black (HAF N330) and aromatic oil (Petrol Ofisi, PO SK-10) was used in compounding step reinforcing filler and process oil, respectively. The other compounding ingredients were commercially used chemicals in rubber and tyre industries.

Rubber compounds were prepared in a banbury mixer and laboratory two-roll mill, subsequently. Rheological properties were measured from their

respective cure curves, which were obtained by using a moving die rheometer (MDR, Alpha MDR 2000R). Cure curves were processed to get listed time-torque data for calculating kinetic parameters. Dynamic measurements were performed by using a rubber process analyzer (RPA, Montech RPA 3000) for determining G' values for different oscillation frequencies, which are used to estimate before and after cure crosslink densities according to Pawlowski's model. Besides, strain sweep measurements were evaluated to understand Payne effect for lignin containing compounds.

Discussion and Recommendations

Lignin has a significant effect on acceleration reaction of curatives during vulcanization reaction. Amount of both physical and chemical crosslinks increased when lignin was used a co-agent with sulphur vulcanization system. However, it was concluded from Payne test results that, dispersion of lignin should be improved for providing superior lignin effect. Besides, rheological and dynamic properties coincide with reaction kinetic parameters, which were calculated by using a nonlinear vulcanization kinetic model.

Keywords: Crosslink density, Cure kinetics, Lignin, Nitrile rubber

Amaç

Lignin, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen doğal bir polimerdir. Toksik olmaması, ucuzluğu ve selüloz üretiminde atık olarak çıkması nedeniyle kolay ve bol bulunuyor olması nedenleriyle polimerik malzemelerde takviye edici malzeme olarak kullanımı ilgi çekmektedir. Lignin, reçine benzeri bir yapıya sahiptir ve kauçuk matrisinin ağ yapısını etkileyerek vulkanizasyon tepkimesine eşlik edebilir.

Akrilonitril bütadien kauçuğu (nitril kauçuk, NBR), agresif maddelere karşı yüksek dayanıklılığından dolayı, özel amaçlı endüstriyel kauçuk ürünleri üretmek için yaygın olarak kullanılan bir kauçuk tipidir. Bununla birlikte NBR'nin çığ dayanımı göreceli olarak düşüktür; mekanik özellikleri ve ısı yaşlanma direnci zayıftır. Bütünüyle bakıldığında, nitril kauçuğun özelliklerinin geliştirilmesi akademi ve endüstri için önemli bir konudur. Bu çalışmada, nitril kauçuk vulkanizasyonunda ligninin olası ko-ajan etkisi, reolojik ve dinamik özelliklerin ölçümü yoluyla araştırılmıştır. Lignin varlığında gerçekleştirilen NBR vulkanizasyonunun reaksiyon kinetiği doğrusal olmayan bir vulkanizasyon kinetik modeli kullanılarak değerlendirilmiştir.

Material-Yöntem

Hamur hazırlamada kullanılan nitril kauçuğun ticari kodu KNM 40M'dir ve Elkim Kauçuk firmasından satın alınmıştır. Lignin, Zonguldak Çaycuma OYKA Kağıt Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş. tesislerinden % 76 kuru madde içeriğinde ham olarak temin edilmiştir. Takviye edici dolgu maddesi ve proses yağı olarak sırasıyla HAF N330 karbon karası ve Petrol Ofisi firmasının PO SK-10 kodlu aromatik yağı kullanılmıştır.

Kauçuk karışımları önce Banbury tipi dâhili bir karıştırıcı, daha sonra ise iki silindirli bir laboratuvar mili kullanılarak hazırlanmıştır. Reolojik özellikler, hareketli kalıp reometresi (MDR, Alpha MDR 2000R) kullanılarak elde edilen vulkanizasyon eğrilerinden belirlenmiştir. Vulkanizasyon eğrileri, kinetik parametrelerin hesaplanması için listelenen zaman-tork verilerinin elde edilmesi için işlenmiştir. Dinamik ölçümler, Pawlowski modeline dayanan vulkanizasyon öncesi ve sonrası çapraz bağ yoğunluklarının tahmin edilmesinde kullanılan farklı salınım frekanslarındaki G' değerlerinin belirlenmesi için, kauçuk proses analizörü (RPA, Montech RPA 3000) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bunun yanı sıra, lignin içeren bileşiklerde Payne etkisini anlamak için gerinim tarama ölçümleri değerlendirilmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Reolojik özelliklerin değerlendirilmesiyle, lignini, kükürtlü vulkanizasyon sisteminde hızlandırıcı reaksiyonlarını önemli ölçüde etkilediği görülmüştür. Hamur dinamik ölçümleri, kükürt varlığında ligninin ko-ajan olarak görev yaptığını, hem fiziksel hem de kimyasal çaprazbağların miktarını artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, lignin hamur içinde dağılımının iyileştirilmesi ile etkinliğinin artabileceği de düşünülmektedir. Reaksiyon kinetiği çalışmalarından elde edilen bulgular, reolojik ve dinamik özelliklerinden elde edilen sonuçları destekler niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Çaprazbağ yoğunluğu, Lignin, Nitril kauçuk (NBR), Vulkanizasyon kinetiği

PECTIN EXTRACTION FROM ORANGE POMACE WASTE AND EDIBLE FILM PRODUCTION

ATIK PORTAKAL POSASINDAN PEKTİN ELDESİ VE YENİLEBİLİR FİLM ÜRETİMİ

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU, Ahmet Doğan ŞİMŞEK, Ecem ÖZTÜRK,
Esra YAĞMUR, Seda BİLEK

*Ege University Engineering Faculty Food Engineering Department, İzmir-
Turkey*

arzuyalcin@gmail.com

Objective: In this study the objective is to produce biodegradable, eco-friendly and renewable packaging out of food production waste, in order to help reduce pollution caused by plastic based food packaging waste made from fossil fuels. Our aim was to produce edible film from the pectin obtained from orange pomace waste. Orange pomace is the waste of fruit juice processing which is 50% of the weight of the raw material.

Materials and Method Firstly, orange pomace was maintained from DİMES Fruit Juice Ind. Trade. Corp., and it was dried until 11% moisture content gain at 50° C oven, dried product was grounded and pectin was extracted. Extraction was performed by placing 1g dried powder in 30 ml distilled water and stirred for 60 minutes at 60° C using a magnetic stirrer. The extract was then filtered through quantitative filter paper before 96% ethanol was added at a ratio of 2 volumes and left at 4° C for 24 hours for the pectin floating. The characteristics of the pectin we obtained were ascertained with regard to FTIR spectra, color values (L^* , a^* , b^*), pectin recovery (%) and degree of esterification. In the second step of the study, we used the solvent casting method to produce 40 µm thick renewable film. As plasticizers we used polyethylene glycol (PEG), oleic acid and glycerol and we observed their effects on the mechanical characteristics of biofilm.

Preliminary Assessments Pectin recovery from waste orange pomace was 23.75%±1.39. Esterification of the pectin was 79% which is high-methoxyl pectin. We observed that pectin obtained from waste orange pomace is not compatible with and does not dissolve in oleic acid and glycerol, both of which are used as plasticizers in the production of renewable film made of pectin. It was determined that PEG is an appropriate plasticizer for this type of production and is partially effective in the mechanical development of the material.

Key words: waste orange pomace, pectin, edible film production.

Amaç: Bu çalışmada; fosil yakıtlardan elde edilen, plastik esaslı gıda ambalaj atıklarının yarattığı çevre kirliliğinin azaltılmasına katkı sağlamak amacıyla, gıda üretim atıklarından biyobozunur, çevre dostu ve yenilebilir ambalaj malzemelerinin üretilmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda meyve suyu işleme tesisi atığı olan ve hammadde ağırlığının yaklaşık %50'sini oluşturan portakal posasından, pektin eldesi ve bu pektinden yenilebilir film üretimi amaçlanmıştır.

Materyal-Metot: Çalışmanın ilk aşamasında DİMES Meyve Suyu San. Tic. A.Ş'den tedarik edilen atık portakal posası, 50° C'de %11 nem içeriğine kadar kurutularak, öğütülmüş ve sonrasında elde edilen toz üründen pektin ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Pektin ekstraksiyonu için 1g toz ürün 30 ml destile suda, 60° C'de 60 dk manyetik karıştırıcıda sürekli karıştırılmıştır. Elde edilen ekstrakt kantitatif filtre kağıdından geçirilip süzülükten sonra üzerine 2 hacim oranında %96'lık etanol eklenerek 4°C'de 24 saat süreyle bekletilerek pektinin yüzmesi sağlanmıştır. Atık portakal posasından elde edilen pektinin karakteristik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla FTIR (Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre) spektrumları, renk değerleri (L^* , a^* , b^*), pektin verimi (%) ve esterleşme derecesi incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında atık portakal posasından elde edilen pektinden çözücü döküm tekniği ile 40 µm kalınlığında yenilebilir film üretimi gerçekleştirilmiştir. Pektinden yenilebilir film üretiminde, polietilen glikol (PEG), oleik asit ve gliserol plastikleştirici olarak kullanılmış ve biyofilmin mekaniksel özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

Ön Değerlendirmeler: Gerçekleştirilen çalışmada atık portakal posasından $23,75 \pm 1,39$ verimle pektin elde edilmiştir. Elde edilen pektinin esterleşme derecesi %79 olarak yüksek metoksilli pektin olduğu belirlenmiştir. Atık portakal posasından elde edilen pektinden yenilebilir film üretiminde plastikleştirici olarak kullanılan oleik asit ve gliserolün pektin ile uyumlu olmadığı, çözünmediği gözlenmiştir. Atık portakal posasından elde edilen pektinden yenilebilir ambalaj malzemelerinin üretiminde plastikleştirici olarak PEG kullanımının uygun olduğu ve malzemenin mekaniksel özelliklerinin geliştirilmesinde kısmen etkili olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık portakal posası, pektin, yenilebilir film

CHARACTERIZATION OF POLYURETHANE/NANOCELLULOSE FIBER NANOCOMPOSITES: MECHANICAL PROPERTIES

POLİÜRETHAN /NANOSELÜLOZ FİBER NANOKOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARAKTERİZASYONU

Aysun Ekinci¹, Gülay Bayramoğlu¹

¹Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova University,

Yalova, 77100, Turkey

ekinci_aysun@hotmail.com

Abstract

Novel polyurethanes is prepared by reacting vegetable oil based polyol and diisocyanates such as coating, foams, adhesives or elastomers. Our objective was to development of vegetable oil-based polyurethane/nanocellulose fiber (NCF) bionanocomposite films. The differences in mechanical properties of polyurethane bionanocomposites resulted from different crosslinking densities and composition of fatty acids.

Objective

Bio-based polymers have many advantages such as biodegradable renewability and low cost compared to conventional petroleum based polymers. In this work considers the preparation of a novel polyurethane/nanocellulose fiber bionanocomposites which is derived from from renewable raw materials and characterize them in terms of mechanical properties.

Material and Method

Vegetable oil based polyols were prepared from linseed oil, corn oil, canola oil and sesame oil. The characterization of vegetable oil based polyols invastegated by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy techniques. Polyurethane/NCF bionanocomposites were prepared via in situ free radical polymerization reaction. Mechanical characterization of polyurethane/NCF nanocomposites were analyzed the effect of type of polyols based on linseed oil, corn oil, canola oil and sesame oil.

Results and Discussion

The differences in vegetable oil based polyurethane/NCF nanocomposites structures reflected differences in the composition of fatty acids. In order to obtain high mechanical performance with optimum NCF concentration, the effect of type of polyol were investigated by tensile tests. It was concluded that the crosslinking densities increased with increasing hydroxyl (-OH) numbers of the polyols, which contributed to an increase in Young's modulus and tensile strength.

Keywords: Polyurethane, cellulose, nanofiber, nanocomposite

Acknowledgement: This work was supported by TÜBİTAK project no 114M82.

Özet

Bitkisel yağ esaslı poliöl ve diizosiyanatın reaksiyonu sonucunda kaplama, köpük, elastomer ve yapıştırıcı olarak yeni poliüretan kaplamalar elde edilmektedir. Poliüretan/nanoselüloz fiber (NCF) biyonanokompozitlerin hazırlanması amaçlanmıştır. Poliüretanların özellikleri yağ asidinin bileşimi ve farklı çapraz bağ yoğunluğu ile poliüretan/nanoselüloz fiber biyonanokompozitlerin mekanik özellikleri değişmektedir.

Amaç

Biyo esaslı polimerler, geleneksel petrol esaslı polimerlerle karşılaştırıldığında yenilenebilirlik, biyobozunurluk ve düşük maliyet gibi birçok avantaja sahiptirler. Bu çalışmada, yenilenebilir kaynaklardan poliüretan/nanoselüloz fiber biyonanokompozitlerin hazırlanması ve hazırlanan biyonanokompozitlerin mekanik özellikler açısından karakterize edilmesi düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Keten tohumu yağı, kanola yağı, susam yağı ve mısır yağı esaslı polioller hazırlanmıştır. Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi teknikleri kullanılarak bitkisel yağ esaslı polioller karakterize edilmiştir. Poliüretan/nanoselüloz fiber biyonanokompozitlerin *in situ* serbest radikal polimerizasyon yoluyla hazırlanmıştır. Keten tohumu yağı, kanola yağı, susam yağı ve mısır yağı esaslı poliollerin nanokompozitlerin mekanik özellikler üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Yağ asitlerinin bileşimi bitkisel yağ esaslı poliüretan/NCF nanokompozitler üzerinde yapısal farklılıklar ortaya koymuştur. Optimum NCF konsantrasyonunda yüksek mekanik özellikler elde edebilmek için çekme testi ile poliöl türünün etkisi incelenmiştir. Mekanik test sonuçlarına göre, hidroksil (-OH) grup sayısı ve çapraz bağ yoğunluğunun artması ile birlikte Young modül ve çekme dayanımı artmaktadır.

Anahtar kelimeler: Poliüretan, selüloz, nanofiber, nanokompozit

Teşekkür: TÜBİTAK 114M828 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

ANTIOXIDANT EFFECT OF HENNA FOR VARIOUS SULPHUR CURING SYSTEMS

KINANIN FARKLI KÜKÜRTLÜ VULKANİZASYON SİSTEMLERİNDEKİ ANTİOKSİDAN ETKİSİ

Begüm Kurtoğlu¹, Şehriban Öncel¹, Bağdagül Karaağaç^{1,2*},
Murat Şen³

¹Department of Chemical Engineering, Kocaeli University, Umuttepe
Campus, 41380, Kocaeli, Turkey

²Department of Chemistry, Hacettepe University, Beytepe Campus, 06080,
Ankara, Turkey

bgmkrtgl@gmail.com; oncel.sehriban@gmail.com;
bkaraagac@kocaeli.edu.tr; msen@hacettepe.edu.tr

Aim

Natural Rubber (NR) has been used in lots of applications which require high flexibility and good mechanical properties. However, poor resistance against to ozone and oxygen is a drawback for NR. Oxidative aging of NR leads to the deterioration in the physical and mechanical properties. Using various antioxidants during compounding is common way to improve the aging resistance and so service life of NR. In rubber and tire industries, the most widespread used antioxidants are phenolic and amine based synthetic antioxidants and 2,2,4-trimethyl-1,2-dihydroquinoline (TMQ). However, synthetic antioxidants cause some environmental problems during their production processes; like the other rubber compounding ingredients, antioxidants tend to be replaced by natural alternatives. In this study, henna has been evaluated as a natural antioxidant in NR based rubber compounds for efficient, semi-efficient, and conventional vulcanization systems.

Material-Method

Natural rubber (SVR20) was purchased from Elkim Kauçuk, Turkey. Henna was obtained from domestic market with 4.67% humidity. Carbon black (HAF N660) and naphthenic oil (Petroyağ Octopus N821) was used in compounding step as reinforcing filler and process oil, respectively. The other compounding ingredients were commercially used chemicals in rubber and tyre industries.

2 L capacity of a laboratory type internal mixer and two-roll mill were used subsequently for preparing the rubber compound formulations, which were

designed by replacing traditional antioxidants with henna. Performance of henna was evaluated in terms of rheological, mechanical and aging properties of henna containing compounds. Aging properties were also investigated for short and long term thermal aging experiments. Temperature scanning stress relaxation (TSSR) tests were performed for understanding the relation between antioxidant type and vulcanization system by means of crosslink density and relaxation behaviour of the materials.

Discussion and Recommendations

It has been concluded that, henna can be used as an alternative antioxidant for semi-EV vulcanization of natural rubber matrix, compensating little deteriorations in mechanical properties. Short and long term performances of henna were also found to be related to vulcanization system. This variation has been attributed to crosslink stability for different vulcanization systems.

Keywords: Aging, Antioxidant, Henna, Natural Rubber

Acknowledgements:

Authors thanks to Kocaeli University BAP Department for their financial support to attend the conference.

Amaç

Doğal kauçuk (NR), yüksek elastikiyet ve iyi mekanik özelliklerin beklendiği çok sayıda uygulamada vazgeçilmez bir hammadDEDİR. Bununla birlikte, düşük oksijen ve ozon dayanımı, doğal kauçuğun kullanımını sınırlayan en önemli eksikliğidir. Doğal kauçuğun oksidatif yaşlanması, zaman içinde fiziksel ve mekanik özelliklerinin bozulmasına, malzemenin kullanıldığı noktada performansını kaybetmesine neden olur. Doğal kauçuğun kullanım ömrünün hamur hazırlama aşamasında çeşitli antioksidan maddelerin eklenmesi yoluyla artırılması en yaygın yöntemdir. Kauçuk eşya ve araç lastiği sektörlerinde bu amaçla en çok kullanılan antioksidanlar fenolik ve amin bazlı sentetik antioksidanlar ve 2,2,4-trimetill-1,2-dihidrokinolindir (TMQ). Bununla birlikte sentetik antioksidanlar, üretimleri sırasında bazı çevresel problemlere neden olmaktadır ve bu nedenle doğal alternatifleri ile değiştirilmeleri üzerine çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmada, doğal bir antioksidan olan kınanın doğal kauçuktaki antioksidan etkisi, etkin (EV), yarı-etkin (semi-EV) ve konvansiyonel (CV) vulkanizasyon sistemleri için karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Materyal-Yöntem

Kauçuk matris olarak kullanılan doğal kauçuk (SVR20), Elkim Kauçuk firmasından satın alınmıştır. %4,67 nem içeren kına, aktardan temin edilerek

doğrudan kullanılmıştır. Takviye edici dolgu maddesi ve proses yağı olarak sırasıyla karbon karası (HAF N660) ve Petroyağ firmasından Octopus N821 ticari kodu ile satın alınan naftenik yağ kullanılmıştır. Diğer hamur bileşenleri kauçuk ve lastik sektöründe yaygın olarak kullanılan ticari kimyasallardır.

Kauçuk karışımları önce Banbury tipi dâhili bir karıştırıcı, daha sonra ise iki silindirli bir laboratuvar mili kullanılarak hazırlanmıştır. Kına içeren hamurlar reolojik, mekanik ve yaşlanma özellikleri açısından değerlendirilmiştir. Yaşlandırma çalışmaları kısa ve uzun dönem olmak üzere iki ayrı durum için gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sıcaklık taramalı gerilme-durulma (TSSR) testleri ile antioksidan tipi ve pişirme sisteminin değerlendirilmesinde malzemenin çaprazbağ yoğunluğu ve durulma davranışlarından yararlanılmıştır.

Ön Değerlendirmeler

Kına, yarı-etkin vulkanizasyon sistemi ile pişirilen doğal kauçuk esaslı malzemelerde başarılı bir alternatif antioksidan olarak kullanılabilmiştir. Malzemenin kısa ve uzun dönem yaşlanma davranışları üzerinde pişirme sisteminin oldukça etkili olduğu görülmüştür. Bu etki, farklı vulkanizasyon sistemleri için çaprazbağ kararlılığında gerçekleşen değişkenliğe bağlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Antioksidan, Doğal kauçuk, Kına, Yaşlanma

Teşekkür:

Kocaeli Üniversitesi BAP Birimi'ne, konferansa katılmak üzere sağladığı finansal destek için teşekkür ederiz.

DESIGN AND ANALYSIS OF FILAMENT WOUND COMPOSITE PRESSURE VESSELS FOR HYDROGEN STORAGE APPLICATIONS

HİDROJEN DEPOLAMA UYGULAMALARI İÇİN FİLAMENT SARMA İLE ÜRETİLEBİLECEK KOMPOZİT BASINÇLI BİR TANKIN TASARIMI VE ANALİZİ

Bertan Beylergil¹, Engin Aktaş², Metin Tanoğlu¹, H. Seçil Artem¹

¹Izmir Institute of Technology, Mechanical Engineering Department, Gulbahçe Campus, Urla, Izmir

²Izmir Institute of Technology, Civil Engineering Department, Gulbahçe Campus, Urla, Izmir

bertanbeylergil@iyte.edu.tr, enginaktas@iyte.edu.tr,
metintanoglu@iyte.edu.tr, secilartem@iyte.edu.tr

Keywords: pressure vessel, composite, finite element analysis, optimization

AIM

The aim of this study is to optimize the design of Type-III composite overwrapped vessels operating under an internal pressure using ANSYS Workbench with the ACP module.

MATERIAL/METHOD

Carbon fiber/epoxy overwrapped pressure vessel (Type III, aluminum liner) with geodesic dome ends is shown in Figure 1.

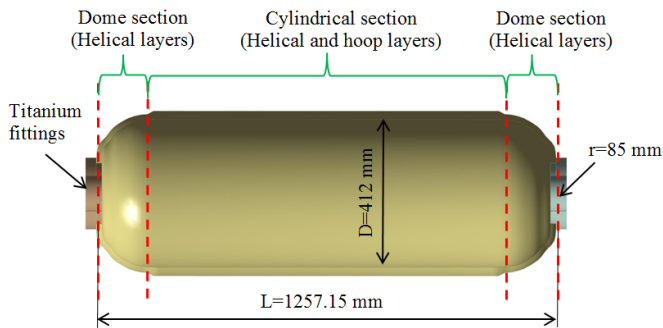


Figure 1. Cross-sectional view of composite pressure vessel.

Netting analysis was used to determine the angle and thickness of the composite layers. The Von Mises stress criterion was used for the aluminum liner. The fiber failure criterion was used to predict the burst pressure. The MOGA method (Multi-Objective Genetic Algorithm) was utilized to obtain the optimum helical angles of the pressure vessel.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2a shows the mesh structure of the vessel (137,260 elements and 211,743 nodes). Calculated fiber failure index of composite pressure vessel was shown in Figure 2b.

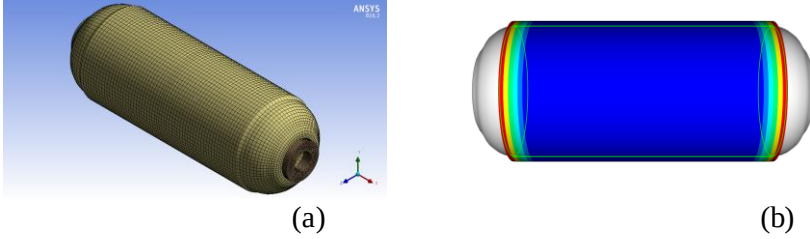


Figure 2. (a) 3-D finite element model of composite pressure vessel and (b) calculated fiber failure index of composite pressure vessel ($e_{\max}=0.2141$)

After optimization, the burst pressure of the pressure vessel was increased about 15%. The results showed that MOGA method is robust and effective to optimize the winding angles for improving the structural safety of the composite pressure vessel.

ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by the Scientific and Technical Research Council of Turkey (TUBITAK) (Project Number: 215M182). The authors would like to thank the support of TUBITAK 1003 program.

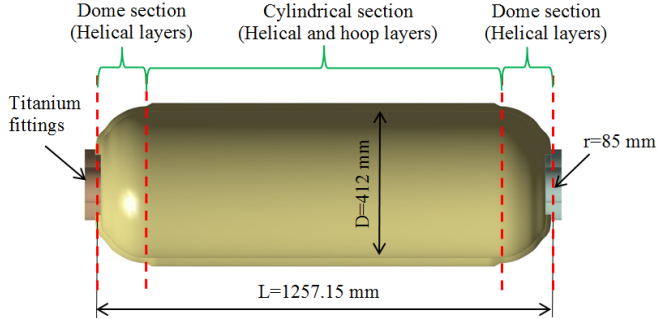
Anahtar kelimeler: basınçlı tank, kompozit, sonlu elemanlar analizi, optimizasyon

AMAÇ

Bu çalışmada, Tip-III sargılı kompozit basınçlı tankın ANSYS Workbench yazılımı kullanılarak optimizasyonu yapılmıştır.

MATERYAL/YÖNTEM

Alüminyum astarlı karbon fiber/epoksi sargılı kompozit kompozit tankın geometrisi Şekil 1’de gösterilmiştir.

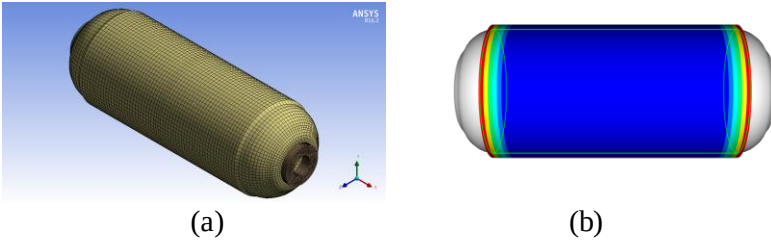


Şekil 1. Kompozit tankın kesit görüntüsü

Ağ analizi kullanılarak kompozit tabaka kalınlıkları belirlenmiştir. Alüminyum astar için hasar başlangıcı plastik akmanın başladığı an olarak kabul edilmiştir. Kompozit katmanın hasar durumu ise fiber kopması olarak ele alınmıştır. Optimum helisel sarım açılarının belirlenmesi için çok amaçlı genetik algoritma (MOGA) metodu kullanılmıştır.

ÖN DEĞERLENDİRMELER

Şekil 2’de kompozit tankın sonlu elemanlar modeli gösterilmiştir (137,260 eleman ve 211,743 düğüm noktası). Analiz sonucunda elde edilen fiber hasar indeks dağılımı Şekil 3’de gösterilmiştir.



Şekil 2. (a) Kompozit tankın sonlu elemanlar modeli (b) kompozit tank boyunca fiber hasar indeksi dağılımı ($e_{maks}=0.2141$)

Optimizasyon işleminden sonra kompozit tankın patlama basıncında yaklaşık %15’lik bir artış elde edilmiştir. Sonuçlar, MOGA yönteminin tankın yapısal güvenliği açısından helisel sarım açılarının optimizasyonunda verimli bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırmalar Kurumu (TÜBİTAK) tarafından desteklenmektedir (Proje No: 215M182). Yazarlar TÜBİTAK 1003 program desteği için teşekkür eder.

INVESTIGATION INTO EFFECT OF WEIGHT PERCENTAGE OF PEG ON HYDROXYAPATITE/PEG COMPOSITE COATED ON AZ91 MG ALLOY

AZ91 MG ALAŞIMI ÜZERİNE YAPILAN HİDROKSİAPATİT/PEG KOMPOZİT KAPLAMALARA AĞIRLIKÇA YÜZDE PEG MİKTARININ ETKİSİ

Canser GÜL¹, Sevda ALBAYRAK², Henifi ÇİNİCİ², Recep ÇALIN³

¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve
Malzeme Mühendisliği, MANİSA, canser.comert@cbu.edu.tr

²Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği,
ANKARA,

³Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme
Mühendisliği, KIRIKKALE

ABSTRACT

Objective

Biomedical alloys which are used today such as Ti alloys and stainless steels have high density and fracture toughness. Moreover these alloys give stress-shielding effect because of their high fracture toughness compared with bone, and they require additional surgery most of the time. AZ91 Mg alloys do not cause of these problems. They have low density, lightness and easy procesability. But unfortunately, AZ91 Mg alloy is not stable in human body alone. AZ91 Mg alloy should be improved if it is used as a stable implant. These possible improvements are surface treatments, functional coatings and several reinforcements.

Hydroxyapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$, HA) which forms inorganic structure of natural bone, usually is used for promote cell growth in biomedical applications. HA is logical coating for biomedical applications because of their biocompatibility and similarities to bone. However due to sol-gel method disadvantages, HA layers are not adequate to totally protect corrosion alone. Crack-free coating is an essential property for this method. Thermal expansion mismatch between coating and substrate cause cracks when sintering process of coating layer. This work aims at a crack-free coating on surface. For this purpose, well known synthetic polymer Polyethylene Glycol (PEG) is used as reinforcement.

In this paper, AZ91 Mg alloy is coated with HA/PEG by sol-gel and dip coating method. Parameters are determined according to weight percentage of PEG. Surface morphology and coating thickness are analyzed by scanning electron microscope (SEM) and the phase structure is investigated by X-ray diffraction (XRD).

Material - Method

AZ91 Mg alloys powders were pressed with unidirectional hot press. Produced AZ91 Mg plates were cut, mechanically ground and clean. For HA solution preparation, calcium tetra hydrate ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) and phosphorus penta oxide (P_2O_5) which provide Ca and P are used. They were solubilized in ethanol and mixed. For PEG solutions preparation, 0,05g, 0,1g and 0,2g PEG were solubilized in 10 ml distilled water different beakers. After that 10 ml HA solution was added into each one of PEG solution beaker Prepared AZ91 Mg alloy samples were dipped into solutions. Then they were pulled out at the same speed after keeping them in solution during 5 s. After first dip they were aged 3 h at room temperature and dried at 45° C during 21 h. This cycle was applied 2 more times. After completion of coating they were sintered at 300° C with 5° C/min heating rate.

Pre Assessment

According to obtained datas, solutions did not cause formation of cracks on the surface of samples. Thicknesses of layers on the surface varies between 0,2 µm and 1 µm. However, according to EDS and XRD results, it is seen that the obtained layer is not HA. The layer formed on the surface could be the MgO layer. Probable reason the formation of this MgO layer is distilled water which used for preparing the solutions. HA precipitates on the surface of this formed layer were emerged. As a result, it was thought that the formed layer could not be sufficient to allow the AZ91 Mg alloy to remain stable in the human body.

Keywords: Sol-Gel method, Hydroxyapatite, PEG, AZ91 Mg alloy

ÖZET

Amaç

Günümüzde kullanılan Ti alaşımları ve paslanmaz çelikler gibi biyomalzemeler, yüksek yoğunluğa ve kırılma tokluğuna sahiptir. Dahası, bu alaşımlar kırılma tokluklarının kemiğe kıyasla daha yüksek olması sebebiyle gerilim bariyer etkisine neden olurlar ve bu da çoğu zaman ek cerrahi müdahaleler gerektirir. AZ91 Mg alaşımı bu tür problemlere neden olmaz. Düşük yoğunluğa ve ağırlığa sahiptir ve kolayca şekillendirilebilir. Fakat AZ91 Mg alaşımı insan vücudunda yalnız başına stabil kalmaz. AZ91 Mg alaşımı eğer kalıcı bir implant olarak kullanılmak isteniyorsa geliştirilmesi gerekmektedir. Bu muhtemel geliştirmeler yüzey işlemleri, fonksiyonel kaplamalar ve çeşitli takviyelerdir.

Doğal kemik yapısının inorganik yapısını oluşturan hidroksiapatit ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{OH}_2$, HA), biyomedikal uygulamalarda genellikle hücre büyümesini teşvik etmek amacı ile kullanılır. Biyoyumumluluğu ve kemiğe

benzerliği nedeni ile biyomedikal uygulamalarında kaplama malzemesi olarak kullanım için uygundur. Fakat sol-jel metodunun dezavantajlarından dolayı HA tabakası yalnız başına korozyon koruması için yeterli değildir. Bu metotta çatlaksız kaplama üretmek önemli bir sorundur. Kaplama tabakasının sinterlenmesi sırasında, kaplama tabakası ve altlık arasındaki termal genleşme farklılıkları ortaya çıkar. Bu çalışma çatlaksız bir kaplama eldesini amaçlamaktadır. Bu amaçla iyi bilinen sentetik polimer polietilen glikol (PEG) takviye elemanı olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada AZ91 Mg alaşımı, sol-jel ve daldırmalı kaplama metodu kullanılarak HA/PEG ile kaplanacaktır. Parametreler ağırlıkça yüzde PEG miktarı değiştirilerek belirlenmiştir. Yüzey morfolojisi ve kaplama kalınlıkları taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile ve faz yapıları ise X-ışını kırınımı (XRD) ile analiz edilmiştir.

Materyal-Yöntem

AZ91 Mg alaşım tozları tek yönlü preste sıcak preslenmiştir. Üretilen AZ91 Mg numunesi kesilmiş, mekanik olarak zımparalanmış ve numune yüzeyleri temizlenmiştir. HA solüsyon hazırlığı için Ca ve P öncülleri olarak, kalsiyum tetra hidrat ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) ve fosfor penta oksit (P_2O_5). Bu öncüller etanol içinde çözündürülmüş ve birbiri ile karıştırılmıştır. PEG solüsyonları için 0,05g, 0,1g and 0,2g PEG, içlerinde 10ml distile su bulunan farklı beherler içinde çözündürülmüştür. Daha sonra üzerlerine 10 ml HA eklenmiştir. Hazırlanan AZ91 Mg alaşım numuneleri solüsyonlar içine daldırılmış 5s çözelti içinde tutulduktan sonra aynı hızla geri çekilmiştir. Numuneler, ilk daldırmadan sonra 3 saat oda sıcaklığında yaşılandırılmış ve 21 saat 45° C'de kurutulmuştur. Bu döngü 2 kez daha tekrarlanmıştır. Daha sonra kaplanmış numuneler 5°C/dk ısıtma hızı ile ısıtılan fırında 300° C sıcaklıkta sinterlenmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Elde edilen verilere göre, solüsyonlar numunenin kaplama yüzeyinde çatlak oluşumuna neden olmamıştır. Yüzeydeki tabakaların kalınlığı 0,2 µm ve 1 µm arasında değişmektedir. Fakat EDS ve XRD sonuçlarına göre yüzeyde oluşan tabakanın HA olmadığı görülmüştür. Yüzeyde oluşan tabaka MgO olabilir. MgO oluşumunun muhtemel sebebi solüsyon hazırlanırken kullanılan distile su olabilir. Bu oluşan tabakanın üzerinde çökelmiş halde HA bulunmaktadır. Sonuç olarak, oluşan tabakanın AZ91 Mg alaşımını vücut içinde stabil tutmak için yeterli olmadığı düşünülmüştür.

Anahtar kelimeler: Sol-jel metodu, Hidroksiapatit, PEG, AZ91 Mg alaşım

MOLDING FROM POLYMER-BASED COMPOSITES AND ITS APPLICATION TO PRODUCT DESIGN

POLİMER ESASLI KOMPOZİTLERDEN KALIP YAPIMI VE ÜRÜN TASARIMINA UYGULANMASI

¹Cemre Güven, ²İbrahim Gökdemir, ³İdris KARAGÖZ

¹Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Mühendisliği, Yalova
cemre.guven.77@hotmail.com

²Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Polimer Mühendisliği, Yalova
ibrahimgokdemir14@gmail.com

³Yalova Üniversitesi, Yalova Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme
İşleme Teknolojileri, Yalova
idris.karagoz@yalova.edu.tr

ABSTRACT

Introduction: The importance of composite materials in engineering applications is rapidly increasing, and their areas of usage in the industry are gradually becoming widespread.

Aim: In this study, it has been aimed to prepare a mold by using the hand lay-up method which is one of the composite material manufacturing methods and then to carry out the manufacturing of a composite product (mirror frame) by means of casting in this mold.

Materials and Methods: At the beginning of the study, the mold model to be casted was 3 dimensionally (3D) prepared in SolidWorks which is a computer-aided design program (CAD). The design was reduced to the repeating smallest unit and rendered two dimensional with the help of a program called Pepakura Designer and manufacturing drawings were created. A model of the piece to be manufactured was created by means of printing the manufacturing drawings on cardboard, cutting and attaching them. Prior to the composite molding stage, the model was covered with tape, and wax, which would perform the mold release duty, was applied. Accelerator at the rate of 0.1 % (cobalt salt) and hardener (diluted methyl ethyl ketone peroxide at the rate of 30%) were added to the mixture. The mixture was stirred until it became homogeneous and left for drying after its application on the surface of the model a few times. Following the drying process, a second mixture consisting of polyester and glass fiber was prepared for the purpose of applying on the exterior surface of the mold and cement was added to the mixture in order to increase the viscosity and reduce the cost of the mixture. The prepared mixture was processed on the last layer of the mold with the help of a brush, and the final shape of the

casting mold prepared from composite material was given. After the mold had dried completely, the model prepared from cardboard was removed from the mold, the flaws and gaps on the mold were straightened with paste. The leveling of the mold was performed with emery, and the mold was rendered ready for manufacturing. The mixture of polyester and marble powder was poured into the mold to the separation surfaces of which mold release was applied, and it was left for drying. The dried model was removed from the mold and casting processes were repeated until all the line of the mirror frame was formed. After the casting processes of the whole frame had been completed, the pieces were assembled by using glue, and the manufacturing of the product was completed by carrying out the coloring process.

Pre-Assessments: In the pre-assessments performed after the study, it was observed that the mold prepared by means of the hand lay-up method was applicable and that the processes carried out with the mold were repeatable.

Results: It is predicted that in the future, for the products which are not mass produced or of which prototypes will be made, this kind of molds prepared from the composite material will be intensely used.

Conclusions: Together with the development of the composite mold sector, it is considered that the weight of molds will decrease, correspondingly mold costs will considerably decrease and that the areas of usage will become widespread.

ÖZET

Giriş: Kompozit malzemelerin mühendislik uygulamalarındaki önemi hızlı bir şekilde artmakta ve endüstrideki kullanım alanları gittikçe yaygınlaşmaktadır.

Amaç: Bu çalışmada; kompozit malzeme üretim yöntemlerinden olan elle yatırma yöntemi kullanılarak bir kalıp hazırlanması ve daha sonra bu kalıpta döküm yapmak suretiyle bir kompozit ürünün (ayna çerçevesi) üretiminin gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal-Yöntem: Çalışmanın başlangıcında; döküm yapılacak kalıp modeli bilgisayar destekli tasarım (CAD) programı olan SolidWorks' te 3 boyutlu (3D) olarak hazırlanmıştır. Tasarım tekrar eden en küçük birime indirgenerek Pepakura Designer isimli program yardımıyla iki boyutlu (2D) hale getirilmiş ve imalat resimleri oluşturulmuştur. İmalat resimleri mukavva üzerine çıktı alınıp, kesilmek ve yapıştırılmak suretiyle üretilecek parçanın bir modeli oluşturulmuştur. Kompozit kalıp oluşturma aşamasına geçmeden önce, modelin üzeri bantla kaplanmış ve kalıp ayırıcı görevi görecek olan

vaks sürülmüştür. Karışıma % 0,1 oranında hızlandırıcı (kobalt tuzu) ve sertleştirici (%30 oranında seyreltilmiş metil etil keton peroksit) ilave edilmiştir. Karışım homojen oluncaya kadar karıştırılmış ve model yüzeyine bir kaç kez uygulanarak kurumaya bırakılmıştır. Kurutma işleminden kalıp dış yüzeyine uygulanmak amacıyla polyester ve cam elyaftan oluşan ikinci bir karışım hazırlanmış ve karışımın viskozitesini arttırmak, maliyeti düşürmek amacıyla karışıma çimento ilave edilmiştir. Hazırlanan karışım fırça yardımıyla kalıbın son katına işlenmiş ve kompozit malzemeden hazırlanan döküm kalıbının son şekli verilmiştir. Kalıp tamamen kuruduktan sonra mukavvadan hazırlanan model kalıptan çıkartılmış, kalıp üzerindeki hatalar ve boşluklar macun ile düzeltilmiştir. Zımpara ile kalıbın tesviyesi gerçekleştirilerek üretime hazır hale getirilmiştir. Ayrım yüzeylerine kalıp ayırıcı uygulanan kalıba polyester ve mermer tozu karışımı dökülmüş ve kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan model kalıptan çıkartılmış ve ayna çerçevesinin tüm hattı oluşuncaya kadar döküm işlemleri tekrar edilmiştir. Tüm çerçevenin döküm işlemi tamamlandıktan sonra parçalar yapıştırıcı kullanılarak birleştirilmiş ve renklendirme işlemi yapılarak ürünün üretimi tamamlanmıştır.

Ön Değerlendirme: Çalışma sonrası yapılan ön değerlendirmelerde; elle yatırma yöntemi kullanılarak hazırlanan kalıbın kullanılabilir olduğu ve kalıpla yapılan işlemlerin tekrarlanabilir olduğu görülmüştür.

Bulgular: Gelecekte seri üretim olmayan ya da prototipi yapılacak ürünler için kompozit malzemelerden hazırlanan bu tür kalıpların yoğun bir şekilde kullanılacağı tahmin edilmektedir.

Sonuç: Kompozit kalıp sektörünün gelişmesiyle birlikte, kalıp ağırlıklarının düşeceği, buna bağlı olarak kalıp maliyetlerinin büyük oranda azalacağı ve kullanım alanlarının yaygınlaşacağı düşünülmektedir.

ANTISTATIC ZINC OXIDE /POLYETHYLENE COMPOSITES

ANTİSTATİK ÇİNKOOKSİT /POLİETİLEN KOMPOZİTLER

Çağatay DİRİK, İsmail GÜRELER, Filiz Özmihçi Ömürlü, Devrim Balköse

Izmir Institute of Technology Department of Chemical Engineering

Urla Izmir Turkey

filizozmihci@gmail.com, devrimbalkose@gmail.com

Aim

The electrostatic charging of polyethylene can be prevented by adding conductive additives. One of these additives is zinc oxide (ZnO). In the present study the effects of surface modification of nano ZnO powder that was used to improve the electrical conductivity and mechanical property of the polyethylene on properties of composites was aimed to be investigated.

Materials-method

ZnO was modified by mixing with aminopropyltriethoxysilane (AMPTES) ve polyethylene glycol 4000 (PEG 4000) in aqueous ethanol solutions and then drying. Different amounts (5-20%) of modified and unmodified zinc oxide powders and polyethylene were mixed using a Haake Rheomixer at 50 rpm for 10 minutes at 160 °C. The mixtures were pressed to 15x15x0.1 cm sheets in Carver Hot press at 160°C under 6800 kg load with a 10 min hold. The electrical conductivity and stress-strain properties of the sheets were measured.

Preliminary results

The electrical conductivity of the sheets prepared in Carver hot press increased with the volume fraction of unmodified ZnO. However the conductivities of sheets made from modified ZnO were lower than that of the composites from unmodified ZnO. Modified ZnO particles did not create a sufficiently conductive path in polyethylene. However their conductivity was lower than that pure polyethylen. The tensile strength of the composite decreased with increasing of ZnO volume fraction Surface modification of composites enhanced the tensile strength of the composites but did not affect their elongation at break. Composites from ZnO modified with PEG 4000 had lower modulus of elasticity than that of composite from unmodified ZnO. Composite made with 1% AMTES modified composite had higher modulus of elasticity indicating better interfacial adhesion.

key words: static electricity, zinc oxide, polyethylene

Amaç

Polietilenin statik elektrik ile yüklenmesi içine iletken katkıları katılarak önenebilir. Bu katılardan biri de çinkooksit (ZnO) dur. Bu çalışmada polietilenin elektrik iletkenliğini ve mekanik özelliklerini geliştirmek için katılan nano ZnO tozunun yüzey modifikasyonunun kompozit özelliklerine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

Materyal-yöntem

ZnO aminopropiltrietoksisilan (AMPTES) ve polietilen glikol 4000 (PEG 4000) in etil alkolün sulu çözeltilerinde karıştırılarak bekletilip kurutularak ile modifiye edilmiştir. Farklı oranlarda (% 5-20) değiştirilmemiş veya değiştirilmiş çinko oksit ve polietilen karışımı Haake Rheomixer’de 160 °C 50 devir/dak 10 dakika karıştırılmış ve karışımlardan Carver Sıcak presde 160°C de ve 6800 kg yük altında 15x15x0.1 cm boyutunda levhalar elde edilmiştir. Levhaların elektrik iletkenliği ve germe-uzama özellikleri ölçülmüştür.

Ön değerlendirmeler

Levhaların elektrik iletkenliği değiştirilmemiş ZnO hacim oranı ile artmıştır. Modifiye ZnO içeren filmlerin iletkenliği değiştirilmemiş çinko oksit içeren filmlerden düşük bulunmuştur. Modifiye çinko oksit taneciklerinin polietilen içinde yeteri kadar iletken bir yol yaratmadığı anlaşılmıştır. Kompozitlerin çekme dayanımı ZnO hacim oranı arttıkça azalmıştır. Çinko oksitin yüzey modifikasyonu ile daha yüksek çekme gerilimi elde edilmiş ama kopma uzamasında bir değişiklik olmamıştır. PEG 4000 ile modifiye edilmiş kompozitlerin esneklik modülünün değiştirilmemiş çinko oksit içeren kompozitten daha küçük olduğu bulunmuştur. %1 AMTES içeren kompozitlerin elastik modülü ara yüzeyde iyi bir yapışmayı işaret edecek şekilde daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar kelimeler: static elektrik, çinko oksit, polietilen

EFFECTS OF PROCESSING PARAMETERS AND MATERIAL COMPOSITION ON THE PROPERTIES OF PP COMPOUNDS

PROSES PARAMETRELERİ VE MALZEME KOMPOZİSYONLARININ PP BİLEŞİKLERİN ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Elif Özgen^{1,2}, M. Reza Nofar^{1,*}

1: Istanbul Technical University, Material Science and Engineering
Department, Ayazaga Campus, Sariyer/Istanbul, Turkey

2: Farplas Oto Yedek Parçaları İml. İth. Ve İhr. A.Ş., TOSB 3. Cadde 41480
Gebze/Kocaeli, Türkiye

* Corresponding Author: nofar@itu.edu.tr

Aim:

In recent years, increasing environmental sensitivity, low CO₂ emission targets and economic concerns such as fuel economy have pushed automotive manufacturers to produce lighter vehicles. In this context, being lighter and cheaper than metal have increased the usage areas of polymer materials in automotive industry day by day. Polyolefins such as polypropylene and polyethylene have a significant share among automotive polymers due to their strong mechanical properties, easy processability and low density. Polyolefins generally have low physical, mechanical and thermal properties when used without additives. Moreover, they are relatively not inexpensive. Due to these reasons, by raw material producers, polyolefins are mostly produced with cheaper additives which also improve their physical, mechanical and thermal properties. The recent increasing trend amongst polyolefin material manufacturers is the production of less dense materials with the same physical, mechanical and thermal properties at lower add-on rates. It has crucial importance to know the effect of different process parameters or different additives on the final product in order to transfer these materials from the laboratory environment to the industrial applications.

For this reason, in this study it has been investigated whether the same characteristics can be achieved with low talc content or with nanoclay additive instead of high-talc-doped polypropylene-based raw materials that are used now in serial productions of some big-size exterior trim parts such as bumpers, spoilers and trunk pannels.

Material and Method:

A kind of polypropylene (PP) copolymer with 30% talc content which is commercially available and being used for the productions of exterior automotive parts for years was taken as a first and reference material. Then, two different PP copolymer respectively with %30 and %20 talc content

were taken as alternatives. These two alternative materials are still under development and never used for the production of any exterior trim part in automotive industry. So, their process behaviours are unknown.

These 3 materials were molded at different mold temperatures and different barrel temperatures by an injection machine to investigate the effects of process parameters on the mechanical and thermal properties.

Moreover, it was aimed to investigate the effect of different additive ratios on mechanical and thermal properties with addition of 1wt.%, 3wt.% and 5wt.% nanoclay in 20wt.% talc filled polypropylene by Twin Screw Extruder. Then, these nanocomposites were molded at fixed mold temperature and barrel temperatures by an injection machine.

All the samples were characterized physically, mechanically and thermally by several techniques which are Thermogravimetric Analysis (TGA), Melt Flow Index (MFI), Tensile Test, Bending Test, Izod and Charpy Impact Test, Heat Deflection Temperature (HDT) and Vicat Softening Point (VST), Differential Scanning Calorimeter (DSC), X-Ray Diffraction (XRD).

Discussion and Recommendations:

By comparing the effects of talc content on PP compounds, it was found that talc addition decreased the MFI so the material's easy to processability but increased the degree of crystallinity due to talc's tendency to act as a nucleating agent and to promote nucleation. Talc content also expanded the modulus so the stiffness due to talc's platy structure which had tendency to orient flow direction during injection. Moreover, talc addition decreased the impact resistance.

Mold temperature changes affected the materials which have higher molecular weight more than the lower ones because it caused an extension on mobility of the molecules. During injection, higher mold temperature supplied more time to material to get in an ordered form, so crystallinity values also swelled by mold temperature. On strength and modulus values, any obvious effect of mold temperature was observed. On impact resistance, a reduction was observed by mold temperature most probably due to the raise on degree of crystallization.

Barrel temperature changes diminished the materials viscosity so slight increase was observed on degree of crystallinity values. On strength and modulus values, effects of barrel temperature was not so obvious but their impact resistances reduced most probably due to the increase on degree of crystallization.

PP compound including %20 talc content also extruded in a TSE with different nanoclay contents (0 wt.%, 1 wt.%, 3 wt.%, 5 wt.%). XRD results showed that most probably due to the surface modification of nanoclay any agglomeration of nanoclay was observed in PP matrix. In a contrast with literature, nanoclay addition extended MFI. An interaction may be occurred

between the polymer matrix and the surfactants of the nanoclay or clay particles have disturbed chain entanglements by high aspect ratio of clay layers. DSC analyses show that nanoclay addition increased the degree of crystallinity by nearly 50% due to the nucleation effect of nanoclay. The melting temperature (T_m) remained nearly unaltered after the addition of nanoclay, which means that the crystal size of PP did not change. Nanoclay also had a positive effect on stiffness, ultimate strength and impact resistance but obtained impact resistance values are still not sufficient for a material that became a candidate for an exterior automotive part

Results:

Using lower talc contents of PP compounds on exterior automotive parts could benefit weight reduction, cost reduction and process efficiency but lower impact resistance than requirement could be risky for final product / automobile tests. Process parameters could have positive effects but could not be sufficient. Further studies in order to increase impact resistance could be performed first at compounding phase like impact modifiers addition or any other nano filler addition.

Key Words:

Polypropylene, Talc, Compound, Automotive, Nanoclay, Processing Parameters, Injection Molding, Nanocomposite

Amaç:

Son yıllarda artan çevresel duyarlılık, gelecek için öngörülen düşük CO₂ emisyon hedefleri ve yakıt tasarrufu gibi ekonomik kaygılar otomotiv imalatçılarını daha hafif araçlar üretmeye itmektedir. Bu kapsamda gerek metallere göre daha hafif olmaları gerekse ucuz olmaları sebebi ile otomotiv içerisinde polimer malzemelerin kullanım alanları gün geçtikçe artmaktadır. Polipropilen ve polietilen gibi polyolefinler, güçlü mekanik özellikleri, kolay proses edilebilirlikleri ve düşük yoğunluklu olmaları sebebi ile otomotivde kullanılan polimerler arasında önemli bir paya sahiptir. Polyolefinler genellikle katkısız olarak kullanıldıklarında düşük fiziksel, mekanik ve termal özelliklere sahip olurlar. Bununla birlikte göreceli ucuz da değildirler. Bu yüzden polyolefinler fiziksel, mekanik ve termal özelliklerin iyileşmesi ve aynı zamanda ucuzlatma sağlamak için hammadde üreticilerince genellikle katkılı olarak üretilirler. Son zamanlarda polyolefin malzeme üreticileri arasında artan trend daha az katkı oranlarında aynı fiziksel, mekanik ve termal özelliklerin sağlanabildiği ve dolayısıyla daha az yoğunluklu malzemelerin üretimidir. Bu malzemelerin laboratuvar ortamından sanayiye taşınması için farklı proses parametrelerinin ya da farklı katkıların son ürüne etkisinin bilinmesi ciddi önem arz etmektedir.

Bu sebeple bu çalışmada araç hafifletme ve ucuzlatma hedefi kapsamında tampon, rüzgarlık, bagaj paneli gibi yüksek hacimli araç dış trim parçalarında mevcutta yoğun kullanım alanı bulan yüksek talk katkılı polipropilen bazlı hammaddelerde daha düşük talk oranı ile ya da nonokil katkısı ile aynı özelliklerin elde edilip edilemeyeceği incelenmiştir.

Materyal ve Yöntem:

Öncelikle endüstriyel lotlarda üretimi yapılabilen ve uzun yıllardır çoğu otomotiv dış trim parçasında kullanım yeri bulan %30 talk oranına sahip bir polipropilen (PP) bileşik referans hammadde olarak alınmıştır. Buna alternatif olarak, henüz laboratuvar ortamında geliştirilmesi devam eden yani endüstriyel olarak henüz herhangi bir otomotiv dış parçasında kullanımı olmamış %30 ve %20 talk dolgulu 2 farklı PP compound seçilmiştir.

Malzemelerin enjeksiyon kalıplamaları farklı kalıp sıcaklıkları ve farklı silindir sıcaklıklarında yapılarak numuneler alınmış ve bu şekilde sıcaklık değişimlerinin malzemelerin mekanik ve kimyasal özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Bununla birlikte %20 talk katkılı malzemeye %1, %3 ve %5 oranlarında ve aynı formülasyonda nanokil katkılanarak farklı katkı oranlarının proses koşullarına ve son ürünün mekanik özelliklerine etkisinin incelenmesi hedeflenmiştir. Bileşikler çift vidalı ekstruder’de hazırlandıktan sonra sabit kalıp sıcaklığı ve sabit silindir sıcaklığı kullanılarak plastik enjeksiyon makinesinde kalıplanmıştır.

Numuneler Thermogravimetrik Analiz (TGA), Eriyik Akış İndeksi (MFI), Çekme Testi, Eğme Testi, Izod and Charpy Darbe Testi, Isıl Eğilme Sıcaklığı (HDT) and Vicat Yumuşama Sıcaklığı Tayini (VST), Diferansiyel Taramalı Kalorimetri (DSC), X-Işını Kırınım Yöntemi (XRD) yöntemleri ile karakterize edilerek fiziksel, mekanik ve termal özelliklerdeki değişimler raporlanmıştır.

Ön Değerlendirmeler:

Çalışmada 4 farklı başlık altında talk katkısının, kalıp sıcaklık değişiminin, silindir sıcaklık değişiminin ve nanokil katkısının malzemelerin fiziksel, mekanik ve termal özelliklerine etkisi incelendi.

Talk katkısının malzemelerin MFI değerini düşürdüğü ve böylece malzemenin kolay enjeksiyon edilebilirliğine negatif etkisi olduğu görüldü fakat talk partiküllerinin çekirdeklenme ajanı gibi davranması sebebi ile kristalizasyon yüzdesinde artış görüldü. Talk partiküllerinin yassı katmanlı yapısı sebebi ile enjeksiyonla kalıplama sırasında akış yönünde yönlenmelerinden dolayı talk içeriği ile doğru orantılı olarak malzemelerde

elastik modül değerlerinde artış görüldü fakat bu artışın malzemelerin darbe dayanımlarını düşürdüğü gözlemlendi.

Kalıp sıcaklık değişimlerinin partikül mobilitesini arttırması sebebi ile molekül ağırlığı yüksek olan malzemelerde daha fazla etkili olduğu gözlemlendi. Enjeksiyonla kalıplama sırasında yüksek kalıp sıcaklığında üretilen numuneler daha düzenli bir yapıya geçmek için daha fazla zamana sahip olduğu için, bu numunelerde kristalizasyon yüzdelерinin daha fazla olduğu gözlemlendi fakat numunelerin mukavemet ve modül değerlerinde major değişiklikler gözlenmedi. Darbe dayanımlarında görülen düşüşün de kristalizasyon yüzdelерindeki artış sebebi ile olduğu yorumlandı.

Silindir sıcaklık değişimlerinin malzeme viskozitesini düşürdüğü ve buna bağlı olarak da kristalizasyon yüzdelерinin hafif arttığı görüldü. Mukavemet ve modül değerlerinde gözle görülür değişimler gözlenmedi. Darbe dayanımlarında görülen düşüşün de kristalizasyon yüzdelерindeki artış sebebi ile olduğu yorumlandı.

%20 talk katkılı malzemeye 0 wt.%, 1 wt.%, 3 wt.%, 5 wt.% oranlarında nanokil katkılanarak oluşturulan bileşiklerde yapılan karakterizasyonlarda XRD sonuçlarının yapıda kümenelenmiş nanokil kalmadığı, karışımın homojene yakın olduğu gözlemlendi. Bununla birlikte literatürde PP bileşiklere katılan katkıların MFI oranını düşürdüğü görülse de bu çalışmada muhtemelen nanokil yüzey modifikasyon ajanları ile PP matrisi arasındaki etkileşimden ya da kil partikül katmanlarının yüksek en-boy oranı sebebi ile uzun zincir dolanımlarına engel olması kaynaklı MFI artışı gözlemlendi. Ek olarak nanokil katkısının çekirdeklenme ajanı gibi davranması kaynaklı DSC sonuçlarında %50 oranında kristalizasyon yüzdesi artışı görüldü. Son olarak nanokil katkısının malzeme mukavemeti, darbe dayanımı ve rijitliği üzerinde de artış etkisi olduğu gözlemlendi.

Sonuçlar:

Otomotiv dış parçalarında düşük talk oranlarına sahip malzemelerin kullanımı ağırlık azaltma, fiyat ucuzlatma ve proses verimliliği açılarından avantaj sağlamaktadır ama düşük darbe dayanımları sebebi ile final ürün testlerinde problem yaratabilir. Proses parametrelerinin optimizasyonu darbe dayanımlarının iyileştirilmesine az da olsa katkı sağlasa da daha etkili bir geliştirme için kompozit oluşturma aşamasında malzemelere darbe arttırıcıların ya da diğer nanokillerin katkılanması gelecek çalışmaların konusu olabilir.

Anahtar Sözcükler: Polipropilen, Talk, Kompozit, Otomotiv, Nanokil, Proses Parametreleri, Enjeksiyon Kalıplama, Nanokompozit

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF RECYCLED GLASS FIBER REINFORCED POLYMER (GFRP) WASTE RATIO ON MECHANICAL PROPERTIES OF BULK MOULDING COMPOUND (BMC)

GERİ DÖNÜŞÜM CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMER (CTP) ATIK ORANININ SICAK PRES KALIPLAMA BİLEŞİMİNİN (BMC) MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Fatih Balıkoğlu^{1*}, Tayfur Kerem Demircioğlu¹, Akın Ataş¹,
Seda Beyaz², Nurettin ARSLAN³

¹Balıkesir University, Engineering Faculty, Mechanical Engineering Department, Balıkesir, e-mail: fatih@balikesir.edu.tr, tkerem@balikesir.edu.tr, a.atas@balikesir.edu.tr

²Balıkesir University, Faculty of Arts and Sciences, Chemistry Department, Balıkesir, e-mail: sedacan@balikesir.edu.tr

³Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Hasan Ferdi Turgutlu Technology Faculty, Manisa, Turgutlu, e-mail: nurettin.arslan@cbu.edu.tr

Abstract

In this study, mechanical recycling and re-use of thermoset glass fiber reinforced polymer (GFRP) plates were investigated. Recycled materials were used by 4, 8, 12, and 16 percent in weight instead of the virgin fibers in the BMC dough. The amount of reduction in the values of tensile test results of samples containing recycled materials remained less than 5% of the reference sample results. The samples with 4% recycled materials had the lowest bending strength. The reduction of bending properties of the samples including 8, 12, 16% recyclates was found be approximately 10-12% of the results of the reference sample. Except for sample containing 4% wt. of recyclates; others exhibited an acceptable mechanical performance.

Keywords: Mechanical recycling, glass fiber reinforced polymer (GFRP), bulk molding compound (BMC)

The Aim of this study

In the scope of this research, it is aimed to obtain recycling glass fibers known with grain size and chemical content which is a result of mechanical recycling process from thermoset GFRP wastes, and evaluate this qualified recycled glass fibers in the sustainable quality of the molding for the production of composite parts in BMC dough.

Material-Method

Mechanical recycling of GFRP waste materials was conducted by a laboratory-type cutting-mill recycling machine. Recycling products were classified through the sieves. The virgin glass fibers with an average size of 12 mm were used in the BMC prescription. The average size of the coarse recycled glass fibers is 3 mm. The heat treatment process was carried out on the recycled glass fibers in order to determine the resin content on the fibers. The chemical content of recycled GFRP products was determined by Fourier Transform Infrared spectroscopy (FTIR) analysis. The recycled glass fibers, with particle size and chemical content, were used by 4, 8, 12, and 16 percent in weight instead of/with the virgin fibers in the BMC dough. Recycled glass fiber reinforced BMC dough was manufactured in Literatür Kimya Ltd. Co in Balıkesir. Tensile and flexural static tests according to ISO 527-1 and ISO 178 standards were applied to the samples cut from the BMC plates. Mechanical tests were carried out on a 250 kN Zwick Roell Z250 electromechanical test device. The results were compared with reference samples containing 100% virgin fibers. The crack and fracture surfaces of samples were analyzed by using optical microscope.

Pre-Findings

Mechanical recycling process was applied to the GFRP production fires, and the produced recycled products were used as reinforcement in BMC product prescription. In the BMC product prescription, virgin glass fibers with a size of 12 mm and recycled glass fibers with an average size of 3 mm were used together. It was thought that using recycles containing shorter glass fiber content resulted in a decrease in the mechanical strength of product. The recycled products added to the BMC dough were used instead of and in combination with the virgin glass fibers. However, it was determined that the recycled products contained an average of 47% wt. glass fiber as a result of the heating and holding processes in ash furnace. Therefore, the use of recycled products in the BMC prescription resulted in a reduction in mass % of glass fiber in the final product. As a result, another reason for the decrease in strength values; this can be explained by the reduction in the amount of total mass of glass fibers used in the BMC product prescription.

Özet

Bu çalışmada, termoset esaslı cam elyaf takviyeli polimer (CTP) plakaların mekanik geri kazanımı işlemi ve tekrar kullanımı araştırılmıştır. Geri dönüşüm ürünleri kütsel olarak % 4, 8, 12, 16 oranlarında sıcak pres kalıplama bileşiminde (BMC) orijinal fiberlerin yerine kullanılmıştır. Geri dönüşüm cam fiber içeren numunelerin çekme test sonuçlarındaki düşme miktarı, referans numune ile karşılaştırıldığında %5'in altında kalmıştır. %4 geri dönüşüm içeren numunenin en düşük eğilme dayanımına sahip olduğu gözlenmiştir. Kütlece % 8, 12, 16 geri dönüşüm takviyeli numunelerin eğilme test sonuçları ise, referans numune ile kıyaslandığında eğilme özelliklerinde düşme miktarları %10-12 civarında belirlenmiştir. Kütlece %4 geri dönüşüm çıktısı içeren numune hariç, diğer numuneler kabul edilebilir mekanik performans göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Mekanik geri dönüşüm, cam elyaf takviyeli polimer (CTP), sıcak pres kalıplama bileşimi (BMC)

Amaç

Araştırma kapsamında, üretim firesi termoset cam elyaf takviyeli polimer (CTP) plaka ve rulo ürünlerden mekanik geri dönüşüm işlemi sonucu tane boyutu ve kimyasal içeriği bilinen nitelikli geri dönüşüm cam fiberlerin elde edilmesi ve bu materyalin sürdürülebilir kalitede kompozit parça üretimi için hazır sıcak pres kalıplama (BMC) hamuru içerisinde değerlendirilip, tekrar kullanılması amaçlanmaktadır.

Materyal-Yöntem

CTP fire malzemelerin mekanik geri dönüşümü için kırma ve kesme amaçlı tasarlanan laboratuvar tipi bıçaklı kırıcı geri dönüşüm makinesi kullanılmıştır. Geri dönüşüm ürünleri eleklerden geçirilerek sınıflandırma işlemi yapılmıştır. BMC ürün reçetesinde ortalama boyutu 12 mm olan orijinal kırılmış cam fiberler kullanılmıştır. Geri dönüşüm cam fiberlerin ortalama boyutu ise 3 mm olarak belirlenmiştir. Geri dönüşüm cam fiberlerin reçine içeriklerini belirlemek amacıyla ısıtma ve bekletme süreçleri içeren termal işlem uygulanmıştır. Ürünlerin kimyasal içerikleri ise FTIR analizi ile belirlenmiştir. Geri dönüşüm cam fiber takviyeli BMC plaka üretimi Balıkesir'de sürekli SMC ve BMC üretim hattına sahip Literatür Kimya Ltd. Şti. firmasında gerçekleşmiştir. Tane boyutu ve kimyasal içeriği belirlenen geri dönüşüm malzemesi kütsel olarak % 4, 8, 12, 16 oranlarında BMC hamurunda, orijinal fiberlerin yerine ve birlikte kullanılmıştır. Geri dönüşüm içeren numunelerin çekme ve eğilme testleri, sırası ile ISO 527-1 and ISO 178 standartlarına uygun şekilde 250 kN Zwick

Roell Z250 elektromekanik çekme-basma cihazında yapılmıştır. Sonuçlar % 100 orijinal fiber içeren referans numuneler ile karşılaştırılmıştır. Testler neticesinde numunelerin kırılma yüzeyleri optik mikroskop ile incelenmiştir.

Ön Değerlendirmeler

CTP plaka ve rulo üretim firesi malzemelere mekanik geri dönüşüm prosesi uygulanmış ve üretilen geri dönüşüm ürünleri BMC ürün reçetesinde cam fiber takviyesi olarak kullanılmıştır. BMC ürün reçetesinde 12 mm boyutunda orijinal kırılmış cam fiberler ile birlikte ortalama 3 mm boyutunda geri dönüşüm cam fiberler kullanılmıştır. Boyutları daha kısa cam fiber içeren geri dönüşüm çıktıların ürün mekanik dayanım değerlerinin düşmesine neden olduğu düşünülmektedir BMC hamurunda kullanılan geri dönüşüm ürünleri % kütleli olarak orijinal fiberler yerine ve birlikte kullanılmıştır. Fakat geri dönüşüm ürünlerinin kül fırını analiz neticesinde ağırlıkça ortalama %47 cam fiber içerdiği belirlenmiştir. Bu nedenle geri dönüşüm ürünlerinin BMC hattında kullanılması nihai üründe % kütleli olarak cam fiber miktarının azalmasına sebep olmuştur. Netice olarak dayanım değerlerinde düşmenin bir diğer nedeni, BMC ürün reçetesinde toplam kütlece % cam fiber miktarının düşmesi ile açıklanabilir.

IMPROVING GLASS FIBER-POLYMER INTERFACIAL BOND STRENGTH USING NANO-CLAY PLATELETS

CAM ELYAF-POLİMERARA YÜZEYİ BAĞ KUVVETİNİN NANO- KİL KATMANLARI KULLANILARAK ARTIRILMASI

Gülşah Kahraman, Dr. Aref Cevahir, Şener Yılmaz, Prof. Dr. Selim
Kusefoğlu, Dr. Vedat Sedirolu

*Atmospheric Coating Technologies Management, Türkiye Şişe ve Cam
Fabrikaları A.Ş.*

Science & Technology Center

Cumhuriyet Mah. Şişecam Yolu Sokak, No.2 41400 Gebze –Kocaeli Turkey

E-mail address: gkahraman@sisecam.com

Phone: +90-850-2060468, Fax: +90-262-6782453

Abstract

Glass-reinforced polymer composites made with thermoplastic polymers are preferred over thermosets by virtue of their recyclability. The broader use of thermoplastics and the pressing need for products with higher added value accelerated the development efforts for innovative glass fiber products based on Polypropylene(PP) and Polyamide(PA) polymers.

Towards this goal, montmorillonite clay, which was intercalated with a suitable quaternary ammonium salt was incorporated in a glass fiber sizing. This sizing was then used to prepare glass fibers by the conventional process. The expectation is that the clay additives shall exfoliate to form nano platelets, induced by the shear stress of the extruder when mixed with PP or PA during the part manufacturing process. This way, clay platelets with 5-15 nm thickness form a very thin nano-composite film at the thermoplastic/glass fiber interface. While many examples of nanoclay reinforced thermoplastics can be found in the literature, this is the first work that places the nano clay reinforcement specifically at the fiber-matrix interface.

We provide evidence for improved mechanical strength due the extra surface area and bonds established between the matrix and the fiber phases once nano-clay has been introduced. The presence of nano-sized clay at the

interface also serves to improve the flame retardancy characteristics of the final composite.

Keywords: Nanoclay, composite, thermoplastics, glass fiber, glass-polymer interface

Özet

Geri dönüştürülebilir elyaf takviyeli termoplastik kompozitler, giderek geri dönüşümü mümkün olmayan termosetlerin yerini almaktadır. Termoplastiklerin artan kullanım oranları ve pazarın katma değeri yüksek ürünlere yönelik gereksinimi, Polipropilen(PP) ve Poliamid(PA) takviyelerine yönelik yenilikçi cam elyaf ürünleri geliştirme faaliyetlerini hızlandırmıştır.

Bu amaca yönelik yapılan bu çalışmada, cam elyaf yüzeyine daha önceden uygun bir kuvarterner amonyum tuzu ile interkale edilmiş montmorillonit kil uygulanmıştır. Beklenti, interkale olmuş kil yapılarının parça yapma prosesinde PP veya PA ile ekstruderde karıştırılması sırasında eksfolye olması ve meydana gelen 5-15 nm kalınlıktaki kil levhacıkların termoplastik ile cam elyaf ara yüzeyinde çok ince bir nano kompozit filmi oluşturmalarıdır. Literatürde termoplastiklerin nano kil ile takviyesi ile ilgili birçok makale ve patent bulunmasına rağmen, bu çalışma nano kilin özellikle cam elyafı- matriks arayüzeyine yerleştirildiği ilk çalışmadır.

Çalışmada hedeflenen ürün, yapısında yüzey alanını genişletecek nano partiküller barındıracağından, polimer ile cam arasında daha güçlü bir bağ kurulmasına imkân sağlayacaktır. Bu sayede piyasada bulunan, PP ve PA uygulamalarına yönelik takviye cam elyaflarına göre mekanik mukavemet olarak daha yüksek performans göstereceği ön görülmektedir. Ara yüzeyde nano boyutlu kil varlığı aynı zamanda nihai kompozit malzemenin alev geciktirici özelliklerinin iyileştirilmesine de katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Nanokil, kompozit, termoplastik, cam elyafı, cam-polimer arayüzeyi

MECHANICAL PROPERTIES OF CARBON–E-GLASS REINFORCED POLYESTER HYBRID COMPOSITES

KARBON–CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER HİBRİT KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİ

Hatice Taşçı¹, Ayşegül Aşkın², Metin Tanoğlu³

1 - Eskişehir Osmangazi University, Polymer Science and Technology
Department, Meşelik Campus, Odunpazarı, Eskişehir

2 - Eskişehir Osmangazi University, Chemical Engineering Department,
Meşelik Campus, Odunpazarı, Eskişehir

3 - Izmir Institute of Technology, Mechanical Engineering Department,
Gulbahce Campus, Urla, Izmir

haticetasci.m@gmail.com.tr, aaskin@ogu.edu.tr, metintanoglu@iyte.edu.tr

AIM

The aim of this study is to determine the mechanical properties of glass-carbon/polyester hybrid composites.

MATERIALS/METHOD

Unidirectional carbon (500 gsm) and E-glass (675 gsm) fabrics were used as reinforcement materials. The fiber orientation was selected as 0/90°. Polyester resin (Polipol-335, Poliya) together with cobalt octoat and methyl ethyl ketone peroxide were used as resin, resin accelerator and hardener with a weight ratio of 0.5% and 1.5%, respectively. Composite laminates were manufactured by vacuum infusion technique. The test samples were designated as C₆, E₆, C₄E₂, (CE)_{3S}, (EC)_{3S} where C, E and numbers denote carbon, E-glass fabrics and repeated layers, respectively. Charpy impact, tensile and flexural tests were carried out in accordance with ASTM standards. Dynamic mechanical analysis (DMA) were used to determine the glass transition temperature (T_g) of the specimens.

RESULTS AND DISCUSSION

Hybrid composites panels were successfully fabricated by using vacuum infusion technique. Tensile test results showed that specimens containing hybrid carbon end glass fibers; (CE)_{3S} specimens exhibit the highest tensile

strength as compared to the other hybrid configurations. Due to stiffer carbon fibers that are parallel to the loading direction, tensile strength of those specimens were the highest. Charpy impact test results showed that (EC)_{3S} specimens have the highest impact strength as compared to the other hybrid structures. Due to relatively rigid E-glass fibers that are oriented perpendicular to the loading direction, impact strength was found to be higher respectively. Flexural test results showed that (EC)_{3S} specimens had the highest flexural strength as compared to the other hybrids. In this configuration, E-glass fibers were perpendicular to the load direction. In order to determine the effects of fiber orientation on the flexural properties of the composites, (CE)_{3S} were prepared in both 0° and 90° directions. For 0° direction, the carbon fibers were perpendicular to the loading direction, while for 90° direction the E-glass fibers were perpendicular to the loading direction. The load carrying capacity of the carbon fibers are lower than E-glass fibers in compression. Therefore, the specimens which were prepared in 0° direction had the lowest flexural properties. Glass transition temperatures (T_g) were also determined by dynamic mechanical analysis (DMA).

The overall results show that the prepared hybrid composites exhibit better performances as compared to those made of individual carbon or glass fabrics.

Keywords: carbon fiber, glass fiber, hybrid composite, vacuum infusion

AMAÇ

Çalışmanın amacı, cam-karbon elyaf takviyeli polyester matriksli hibrit kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesidir.

MALZEMELER/METOT

Bu çalışmada, matris olarak polyester reçine (Polipol-335, Poliya), takviye elemanı olarak tek yönlü karbon (500 gsm) ve cam elyaf (675 gms) kumaşlar kullanılmıştır. Kobalt oktoat hızlandırıcı, metil etil keton peroksit ise sertleştirici olarak sırasıyla ağırlıkça %0.5 ve %1.5 olarak reçineye ilave edilmiştir. Kompozit plakalar vakum infüzyon yöntemiyle üretilmiştir. C ve E sırasıyla karbon, cam kumaşlarını, sayılar ise tekrarlanan birim sayısını temsil edecek şekilde; C₆, E₆, C₄E₂, (CE)_{3S}, (EC)_{3S} olarak denemeler adlandırılmıştır. Denemelerde elyaf yönlenmesi 0/90° olarak belirlenmiştir.

Charpy darbe, çekme ve üç nokta eğme testleri standartlara uygun bir şekilde yapılmıştır. Dinamik mekanik analiz (DMA) ile malzemelerin camı geçiş sıcaklıkları (T_g) belirlenmiştir.

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Cam-karbon elyaf takviyeli polyester matriksli hibrit kompozitleri vakum infüzyon yöntemiyle başarılı şekilde üretilmiştir. Çekme testi sonuçlarına göre (CE)_{3S} denemesinin çekme mukavemeti diğer hibritlere kıyasla daha yüksektir. Bu konfigürasyonda, yüksek mukavemetli karbon elyaflar yük yönüne paraleldir. Karbon elyafların yük yönüne paralel olması mukavemeti arttırmaktadır. Charpy darbe testi sonuçlarına göre, (EC)_{3S} denemesinin darbe enerji değerleri diğer hibritlere kıyasla daha yüksektir. Bu konfigürasyonda, cam elyaflar darbe yönüne diktir. Daha rijit olan cam elyafların darbe yönüne dik olması kırılma enerjisini arttırmaktadır. Üç nokta eğme testi sonuçlarına göre, (EC)_{3S} denemesinin eğme mukavemeti diğer hibritlere kıyasla daha yüksektir. Bu konfigürasyonda, cam elyaf yük yönüne diktir. Ayrıca, elyaf yönlerinin mukavemete etkisini incelemek için (CE)_{3S} denemesi 0° ve 90° yönlerinde hazırlanmıştır. 0° yönü ile elde edilen numunede karbon elyaflar yük yönüne diktir. 90° yönüyle elde edilen numune de ise cam elyaflar yük yönüne diktir. Eğme testi sırasında numune üzerinde oluşan basma gerilmesine karşı karbon elyaflar daha dayanıksızdır. Bu sebeple, 0° yönünde hazırlanan numunelerin eğme mukavemeti daha düşüktür. Denemelerin camı geçiş sıcaklıkları (T_g) dinamik mekanik analiz (DMA) ile belirlenmiştir.

Genel olarak, test sonuçları, tek tip elyaf içeren karbon ve cam elyaf takviyeli kompozitlerle kıyaslandığında, hibrit elyaf içeren kompozitlerin daha ideal mekanik performansa sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: karbon elyaf, cam elyaf, hibrit kompozit, vakum infüzyon

ELEKTROMANYETİK KALKANLAMA (EMI) ve ELEKTRİK İLETKENLİK ÖZELLİKLİ TEKSTİL TABANLI HAFİF KARBON KOMPOZİT

A TEXTILE BASED LIGHTWEIGHT COMPOSITE WITH ELECTROMANGNETIC SHIELDING (EMI) and ELECTRICAL CONDUCTIVITY PROPERTIES

Burçak Karagüzel Kayaoğlu¹, Nuray Uçar¹, Arınç Bilge¹, Günseli Gürel¹,
Pınar Sencandan¹, Selçuk Parker², İlkay Özsev Yüksek¹

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü

² İstanbul Teknik Üniversitesi, Elektronik Mühendisliği Bölümü

Aim:

In many defense applications including aircrafts, it is significant that the materials used need have electromagnetic shielding properties in addition to being lightweight. When aircrafts are considered as an application area, frequently aluminum and similar metals are used to control electromagnetic effects and lightening. In this study, design of textile based carbon lightweight composite structure that have reduced weight, electrical conductivity and electromagnetic shielding properties as an alternative to aluminum, is aimed.

Materials and Methods:

In the study, expoxy resin, carbon fabric, carbon nanotube (CNT) and graphene oxide fiber were are used. The textile based lightweight composites were manufactured with addingg CNT in epoxy resin and coating the surface of carbon fabric with grabene oxide fibers. Electrical conductivity and electromagnetic shielding properties of the composites were measured.

Results:

The textile based lightweight carbon composites were found to be in semi-conductor range (around 10^{-4} S/cm) and have middle range electromagnetic shielding (EMI) properties (32 dB), and additionally lightweight (1.1 gr/cm³). Additional studies are going to be performed to improve electrical conductivity and electromagnetic shielding properties.

Keywords:

Textile based lightweight composites, CNC filled epoxy resin, electromagnetic shielding, electrical conductivity

Acknowledgements:

In this study, the facilities provided with TUBITAK (Project number 114M524) and ISTKA (Project number TR10-15-YNK-0033) Project fund have been used and the authors acknowledge TUBITAK and ISTKA.

Amaç:

Uçak dahil, pek çok savunma sanayi uygulamalarda, kullanılan malzemenin hafifliğinin yanı sıra elektromanyetik kalkanlama özelliğinin de mevcut olması oldukça önemlidir. Uygulama alanı olarak uçak sanayisi dikkate alındığında, gerek yıldırım çarpmaları, gerekse oluşacak elektromanyetik etkileri kontrol altında tutabilmek için çoğunlukla alüminyum ve benzeri metal yapıları malzemeler kullanılmaktadır. Bu çalışmada, alüminyum gibi metallerle alternatif olmak üzere, daha hafif, elektrik iletkenliği ve elektromanyetik kalkanlama özelliği olan karbon yapıları tekstil tabanlı hafif kompozit ürün geliştirmek amaçlanmıştır.

Materyal - Yöntem:

Çalışmada, epoksi reçine, karbon kumaş, karbon nanotüp (CNT) ve grafen oksit lifi kullanılmıştır. Epoksi reçine içerisine CNT katılarak ve karbon kumaş üzerine grafen oksit lifleri yerleştirilerek, tekstil tabanlı hafif, karbon kompozit üretilmiştir. Üretilen kompozit yapıların elektrik iletkenliği ve elektromanyetik kalkanlama özellikleri ölçülmüştür.

Ön Değerlendirme:

Elde edilen tekstil tabanlı hafif karbon kompozitlerin yarı iletken sınıfında elektrik iletkenliğinin olduğu (10^{-4} S/cm mertebelerinde) ve orta derecede elektromanyetik kalkanlama (EMI) özelliğinin olduğu (32 dB) , bunun yanı sıra oldukça hafif olduğu (1.1 gr/cm^3) görülmüştür. İletkenliğin ve elektromanyetik kalkanlama özelliğinin daha da geliştirilmesi yönünde çalışmalara devam edilecektir.

Anahtar kelimeler: Tekstil tabanlı hafif karbon kompozit, CNT dolgu epoksi reçine, elektromanyetik kalkanlama, elektrik iletkenliği

Teşekkür: Bu çalışmada, TUBITAK (proje numarası 114M524 olan grafen oksit lif üretim desteği) ve İSTKA (Proje numarası TR10-15-YNK-0033 olan Kompozit Merkezi Kurulum Desteği) proje destekleri ile sağlanan olanaklardan yararlanılmış olup, TÜBİTAK ve İSTKA'ya teşekkürlerimizi sunarız.

EVALUATION OF SWCNT INCORPORATION IN THERMOSETS COMPOSITES – EFFECT ON MECHANICAL REINFORCEMENT

TEK DUVARLI KARBON NANOTÜPLERİN TERMOSET KOMPOZİTLERE KATILIMININ DEĞERLENDİRİLMESİ – MEKANİK TAKVİYEYE OLAN ETKİ

Jens Schneider

OCSiAl Europe s.a.r.l.

Email: jens.schneider@ocsial.com

Mail: 1, rue de la Poudrerie L-3364 Leudelange Grand Duchy of
Luxembourg

Abstract

The remarkable mechanical properties of single walled carbon nanotubes (SWCNT), such as high elastic modulus and interlaminar shear strength, conductivity and improved adhesion, make them ideal for reinforcements of thermoset polymer/SWCNT composites. Aspect ratio achieved by using SWCNT is significantly higher than other carbon nanotube and therefore enable improved behavior, based on improved flexibility of the SWCNT together with increased amount of π - π interactions.

Previous studies showed that the mechanical properties of the composites are significantly influenced by interfacial interactions between SWCNT and other matrices. The current challenge of the application of nanotubes in the composites is hence to determine the mechanical properties of the interfacial region, which is critical for improving and manufacturing the SWCNT based composites. In this work, using C-scan ultrasonic non-destruction technology (C-Scan NDT) together with conventional mechanical properties analysis tools, the effects of SWCNT reinforcements on the mechanical properties, i.e. Young's modulus, fracture toughness, interlaminar shear strength, and damage resistance, of SWCNT/thermoset composites are investigated. The feasibility of improving interlaminar shear strength, significant decrease in impact damage area is being demonstrated, enables improved design, weight reduction and longer service life for SWCNT/thermoset composites systems.

Key words: Single wall carbon nano tubes, Composites, Interlaminar shear strength

Özet

Tek Duvarlı Karbon Nanotüpler (SWCNT), yüksek elastik modül ve katmanlararası kesme dayanımı, elektriksel iletkenlik ve adhezyonda iyileşme gibi dikkat çekici mekanik özellikleri sayesinde termoset polimer/SWCNT kompozitleri için ideal takviye görevi görmektedirler. SWCNT kullanılarak elde edilen boy-çap oranı diğer tüm karbon nanotüplerle elde edilebilenden daha büyük olup, esneklikteki iyileşme ve birbirleriyle olan etkileşimlerin artması sayesinde davranımda iyileşmeye yol açmaktadır.

Geçmişteki çalışmalar, kompozitlerin mekanik özelliklerinin önemli ölçüde SWCNT ve diğer matrislerin arayüzey etkileşimlerinden etkilendiğini göstermiştir. Bu nedenle, kompozit malzemelerde nanotüplerin uygulanmasının mevcut zorluğu arayüzeyin mekanik özelliklerini belirlemektir, ki SWCNT esaslı kompozitleri geliştirmek ve üretmek için kritik olan da budur.

Bu çalışmada, geleneksel mekanik özellikleri analiz eden cihazlar ile birlikte C-Scan Ultrasonik Tahribatsız Teknoloji (C-Scan NDT) kullanılarak SWCNT takviyelerinin SWCNT/termoset kompozitlerinin mekanik özelliklerine --örneğin, Young Modülü, kırılma tokluğu, katmanlararası kesme dayanımı, darbe mukavemeti-- olan etkileri araştırılmıştır.

Katmanlararası kesme dayanımındaki iyileşmenin verimliliği ve darbe hasar alanındaki belirgin küçülme, SWCNT/termoset kompozit sistemleri için gelişmiş tasarım, ağırlık azaltma ve daha uzun kullanım ömrü sağlar.

DOĞAL LİF TAKVİYELİ BİYOPOLİMER MATRİSLİ, KOMPOZİT MALZEMEDEN İÇ TRİM KAPLAMALARI GELİŞTİRİLMESİ

DEVELOPMENT OF INTERIOR TRIM COATINGS FROM NATURAL FIBER REINFORCED BIOPOLIMER MATRIXED COMPOSITE MATERIALS

Kadir ÇATAK, Mustafa ÇÖLKESEN

Fompak Ambalaj ve Poliüretan San. Tic. A.Ş.

NOSAB Köknar Cad. No:36-38 Nilüfer / BURSA

kcatak@fompak.com.tr, mcolkesen@fompak.com.tr

Aim: Polymeric materials, which started to enter our lives about 100 years ago continue to change our lives by taking the place of many materials with developing technology. Due to their superior mechanical properties, easy formability and low densities, polymers used in many industries have become a very important material for the automotive sector.

Increasing population and urbanization in the world and in our country together with the changing in living conditions and the technology, comfort and security expectation from the vehicle increased. With this increase, the extra equipments added to the vehicles have caused the weights of today's vehicles nearly double compared to 50 years ago. Parallel to this increase, internal combustion engine and alternative fuel engine technologies can not be developed and caused the world dirty.

For this reason, automotive companies have turned to lightening their vehicles and have begun to work quickly with international agreements and agreed emission targets.

Metarial – Metod: In our project, it is aimed to make the parts light and environmentally friendly by producing some automotive interior trim parts with PLA (polylactic acid) and natural fiber composite material instead of producing with talc additive PP materials .In the part determined within the scope of the project, preregs ,to be produced by using PLA with environmental and biodegradable properties as matrix material with linen and hemp as reinforcing materials, will be formed by thermoforming process. Different lamination and production techniques will be used to produce composites.

Discussion And Recommendations: With the composite material to be produced, not only the reduction of CO2 emissions produced by car , but also the reduction of CO2 emmissions during the production of PP produced with fossil fuels . It is aimed that the parts to be produced from PLA and natural fiber can easily be returned to nature .

Key words: PLA, natural fiber, composite, PP

Amaç

Günümüzden yaklaşık 100 yıl önce hayatımıza girmeye başlayan polimerik malzemeler gelişen teknoloji ile birçok malzemenin yerini alarak hayatımızı değiştirmeye devam etmektedir. Üstün mekanik özellikleri, kolay şekillendirilebilmeleri ve düşük yoğunlukları nedeniyle birçok sektörde kullanılan polimerler otomotiv sektörü için de çok önemli bir malzeme haline gelmiştir.

Dünyada ve ülkemizde artan nüfus ve şehirleşme, değişen yaşam şartları ve teknoloji ile araç sayısıyla birlikte araçtan beklenen konfor güvenlik gibi özelliklerde artmıştır. Bu artış ile araçlara eklenen ekstra donanımlar günümüz araçlarının ağırlıklarının 50 yıl öncesine göre neredeyse iki kat yükselmesine neden olmuştur. Bu artışa paralel olarak gelişemeyen içten yanmalı motor teknolojileri ve alternatif yakıtlı motor teknolojileri araçların dünyamızı hızla kirlletmesini engelleyememiştir. Bu nedenle otomotiv firmaları araçlarını hafifletme yoluna yönelmiş ve bu konuda uluslar arası anlaşmalar ile kabul edilen emisyon hedefleri için hızlı bir şekilde çalışmaya başlamıştır.

Meteryal – Yöntem: Projemizde mevcut durumda talk katkılı PP malzemeler ile üretilen bazı otomotiv iç trim parçalarının PLA (Polilaktik Asit) ve doğal elyaftan oluşturulan kompozit malzeme ile üretilmesi ile parçaların hafif ve çevreci hale gelmesi hedeflenmektedir. Proje kapsamında belirlenen parçada, çevreci ve biobozunur özelliklere sahip PLA, matris malzeme olarak, keten ve kenevir ise takviye malzemesi olarak kullanılması ile üretilcek prepregler termoform prosesi ile şekillendirilecektir. Kompozitlerin üretilmesi için farklı laminasyon ve üretim teknikleri kullanılacaktır.

Ön Değerlendirmeler: Üretilcek kompozit malzeme ile sağlanacak ağırlık kazancı araçlardaki CO2 emisyonunun yanı sıra fosil yakıtları ile üretilen PP'nin kullanımı azaltılarak PP'nin üretimi sırasında meydana gelen CO2 emisyonunun da azalmasını sağlayacaktır. Malzemenin PLA ve doğal elyaftan oluşmasıyla bu malzemeden üretilcek parçaların doğaya kolayca geri dönmesi hedeflenmektedir.

Anahtar kelimeler: PLA, Doğal elyaf, kompozit, PP

**DOKUMA CAM ELYAFLARIN FARKLI KATLARININ SMC
KOMPOZİTLERİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ**
**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF DIFFERENT LAYERS
WOVEN GLASS FIBERS ON MECHANICAL PROPERTIES OF
SMC COMPOSITES**

Mahmut Bingöl¹, Kadir Çavdar²

¹ mbingol@yaloa.edu.tr, Yalova Üniversitesi, Yalova MYO, Yalova

² cavdar@uludag.edu.tr, Uludağ Üniversitesi, Makine Mühendisliği
Bölümü, Bursa

ABSTRACT

Objective

The high mechanical and technological features required in today's modern manufacturing processes cannot be achieved with conventional materials. The requirements such as high strength and lightweight are two contradictory engineering demands, but composite materials can be passed on. For this reason, industrial use of composite materials has become increasingly necessary. Sheet Molding Compounds (SMC) is a thermosetting polymer composite method which is used in many areas, mainly automotive, where high strength parts are produced in series. In this study, firstly SMC plates were obtained by using woven glass fibers as reinforcement material in different number of layers, then experiments were carried out in which mechanical properties were obtained and the results were interpreted.

Material and Methods

The mechanical properties of the finished product obtained by the SMC method are generally directly dependent on the type of reinforcing materials, their volume ratio, and their distribution in the matrix. In this study, a special formulation was used for the prepregs. This formulation contains approximately 36% polyester, 10% thermoplastic resin, 30% calcite (CaCO₃), 20% fiber reinforcement material and 4% other additives. The obtained pesticide material was placed in SMC mold and processed at 140-150°C temperature and appropriate pressure to obtain test plates. The test plates were tested by cutting them according to ISO 527 for tensile test specimen and ISO 178 for bending test specimen.

Discussions and Recommendations

The most important material that influences mechanical values is reinforcement materials. The type, proportion and distribution of the fiber materials used as reinforcing material significantly affect the material strength values. Strength increases considerably because the orientation of the force axis is made possible by the touch of the fibers. In addition, the

mechanical properties of the SMC composite material are also increased because the fiber ratio increases as the weaving areas increase.

Key words: Sheet Molding Compound (SMC), polymer composite, woven glass fiber

ÖZET

Amaç

Günümüzün modern imalat süreçlerinde ihtiyaç duyulan yüksek mekanik ve teknolojik özellikler geleneksel malzemelerle sağlanamaz. Yüksek mukavemet ve hafiflik talepleri birbiri ile çelişen iki mühendislik isteği olup ancak kompozit malzemelerle hayata geçirilebilirler. Bu nedenle, kompozit malzemelerin endüstride kullanımları giderek zorunlu hale gelmiştir. Sheet Molding Compounds (SMC), yüksek mukavemetli parçaların seri olarak üretildiği, başta otomotiv olmak üzere bir çok alanda kullanılan termoset bir polimer kompozit yöntemidir.

Bu çalışmada, öncelikle takviye malzemesi olarak farklı sayıda katlarda dokuma cam elyaflar kullanılarak SMC plakalar elde edilmiş, ardından mekanik özelliklerin elde edildiği deneyler gerçekleştirilip sonuçları yorumlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

SMC yöntemi ile kalıplama sonucu elde edilen nihai ürünün mekanik özellikleri genellikle takviye malzemelerinin cinsine, hacimsel oranına, matris içerisindeki dağılımına doğrudan bağlıdır. Bu çalışmada hazırlanan pestil için özel bir formülasyon kullanılmıştır. Bu formülasyonda yaklaşık olarak %36 polyester, %10 termoplastik reçine, %30 kalsit (CaCO_3), %20 elyaf takviye malzemesi ve kalan kısımda %4 diğer katkılar yer almaktadır. Elde edilen pestil malzeme SMC kalıp içerisine yerleştirilerek, 140-150°C sıcaklık ve uygun basınç altında işlenerek deney plakaları elde edilmiştir. Üretilen bu plakalar, çekme deneyi numunesi için ISO 527, eğilme deneyi numunesi için ise ISO 178 standartlarına uygun şekilde kesilerek test edilmiştir.

Tartışma ve Öneriler

Mekanik değerleri etkileyen en önemli malzeme takviye malzemeleridir. Takviye malzemesi olarak kullanılan elyaf malzemelerinin cinsi, oranı ile parça içindeki dağılımı ve yönelimi malzeme mukavemetini önemli ölçüde etkilemektedir. Elyafların dokunması sayesinde kuvvet ekseninde yönlendirmeleri mümkün hale geldiği için mukavemet önemli ölçüde artmaktadır. Ayrıca dokuma katları arttıkça elyaf oranı da arttığı için SMC kompozit malzemenin mekanik özellikleri de yükselmektedir.

Anahtar kelimeler: Sheet Molding Compound (SMC), Polimer kompozit, Dokuma cam elyaf

Fe₂O₃ NANOPARTİKÜL İLE MODİFİYE EDİLMİŞ EPOKSİ/CAM ELYAF KOMPOZİTLERDE PARTİKÜL İLAVESİNİN DARBE DAYANIMI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

EFFECT OF PARTICLE REINFORCEMENT ON IMPACT STRENGTH ON Fe₂O₃ NANOPARTICLE MODIFIED EPOXY/GLASS FIBER COMPOSITES

Mahmut Özer; Necmettin Erbakan Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Konya/Türkiye, mhmtzr911@gmail.com

Lokman Gemi; Necmettin Erbakan Üni. Seydişehir Meslek Yüksek Okulu,
Konya/Türkiye, lgemi@konya.edu.tr

Mehmet Sarı; Necmettin Erbakan Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Konya/Türkiye, m.sari@outlook.com.tr

Şakir Yazman; Selçuk Üni. İlgın Meslek Yüksek Okulu, Konya/Türkiye,
syazman@selcuk.edu.tr

Ahmet Akdemir; Necmettin Erbakan Üni. Havacılık ve Uzay Bilimleri Fak.,
Konya/Türkiye, aakdemir@konya.edu.tr

Aim: Composite materials are vulnerable to low velocity impacts such as a dropped weight or hit which can lead to cracks. Fiber and matrix define composite materials' properties. Mechanical properties of matrix is relatively low when it is compared with fibers' properties. Therefore, beginning of damage is originated from matrix. Also, weak structure of matrix effects composite materials' strength negatively. In this study, in order to enhance impact strength of composite material, matrix is modified with Fe₂O₃ nanoparticle reinforcement. In the study, aim is determining effect of particle reinforcement on laminated glass fiber composites' low velocity impact strength.

Material-Method: In this study, epoxy resin and 0/90 glass fiber are used. Also, nano Fe₂O₃ particle is used as reinforcement. Proportions of reinforcement material are selected 0.25, 0.5, 0.75 and 1.0% by weight and in order to provide homogenous mix, ultrasonic homogeniser is used. Hand lay-up and VARTM methods are used respectively to impede filtration of particles. Thanks to this hybrid production method, not only filtration problem solved but also resin proportion is decreased. Control specimen is produced by same production method just without using any reinforcement. According to data of resin manufacturer, cure process is applied. Produced composite laminates are cut in accompany with ASTM D7136-15 as low velocity impact specimens and low velocity impact test is applied. 10 J, 30 J

and 50 J are used as impact force. Impacted surfaces are calculated and damage mechanism is investigated.

Results: Nano Fe_2O_3 reinforcement which is in low amounts has positive effect on resins' low velocity impact properties, while high amounts caused agglomerate and according to high particle weight, settlement of particle is occurred and increment in viscosity is taken place which also made vacuum process difficult.

Keywords: epoxy, damage analysisi, Fe_2O_3 nanopowder, glass fiber, laminated composite, VARTM, hand lay-up, low velocity impact

Amac: Kompozit malzemeler üzerlerine bir ağırlığın düşmesi veya çarpma gibi etkilerden dolayı düşük hızlı darbe yüklerine maruz kalarak çatlak oluşumu gerçekleşebilmektedir. Kompozit malzemelerin özelliklerini kullanılan elyaf ve matris belirlemektedir. Matris malzemenin mekanik özellikleri elyaf ile kıyaslandığında oldukça küçüktür. Buda hasar başlangıçlarının matriste başlamasına neden olmaktadır. Ayrıca matrisin zayıf yapısı kompozit malzemenin dayanımını da olumsuz etkilemektedir. Bu çalışmada kompozit malzemenin darbe dayanımının iyileştirilmesi amacıyla matris Fe_2O_3 nanopartikül ilavesi ile modifiye edilmiştir. Çalışmada partikül ilavesinin tabakalı cam elyaf kompozitin düşük hızlı darbe dayanımına etkisinin tespiti amaçlanmaktadır.

Materyal-Yöntem: Çalışmada epoksi reçine ve 0/90 cam elyaf kullanılmıştır. Ayrıca, matris modifikasyonu amacıyla takviye malzemesi olarak nano Fe_2O_3 partikülleri kullanılmıştır. Partikül ilave oranı olarak ağırlıkça %0.25, 0.5, 0.75 ve 1.0 oranları tercih edilmiş olup partikülün reçine içerisinde homojen dağılımını sağlamak için ultrasonik homojenizatör ile karıştırma yapılmıştır. Partiküllerin filtrelenmesini önlemek için öncelikle el yatırma yöntemi tercih edilmiş daha sonra ise VARTM yöntemi uygulanmıştır. Bu hibrit üretim yönteminin seçilmesiyle filtrasyon problemi yaşanmaksızın reçine oranının azaltılması da sağlanmıştır. Ayrıca partikül ilavesiz tabakalı kompozitlerin üretimi el yatırma, VARTM ve hibrit proseslerle gerçekleştirilerek kontrol numunesi olarak belirlenmiştir. Reçine üretici verileri kullanılarak tabakalar kür prosesine tabi tutulmuştur. Üretilen kompozit plakalardan düşük hızlı darbe deney numuneleri ASTM D7136-15 standardına uygun olarak kesilmiş ve düşük hızlı darbe testi uygulanmıştır.

Darbe yükü olarak 10 J, 30 J ve 50 J değerleri kullanılmıştır. Hasar etki yüzeyleri hesaplanmış ve hasar mekanizması araştırılmıştır.

Ön Değerlendirmeler: Düşük oranlarda yapılan Fe_2O_3 nanopartikül ilavesinin reçinenin düşük hızlı darbe dayanımını üzerinde olumlu bir etkiye neden olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca nispeten yüksek oranlarda yapılan nanopartikül ilavesin ise aglomera oluşumlarına neden olduğu ve yüksek partikül ağırlığı nedeniyle çökeldiği ayrıca reçinenin viskozitesini oldukça yükselterek vakum işlemini güçleştirdiği görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: epoksi, hasar analizi, Fe_2O_3 nanopartikül, cam elyaf, tabakalı kompozit, VARTM, elyatura, düşük hızlı darbe

DEVELOPMENT OF ALUMINUM HONEYCOMB CORED CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITE BASED SANDWICH STRUCTURES AND CHARACTERIZATION OF THEIR FATIGUE LIFE

KARBON ELYAF / EPOKSİ KOMPOZİT KABUK VE
ALÜMİNYUM BALPETEĞİ ARATABAKA İÇEREN SANDVIÇ
KOMPOZİTLERİN GELİŞTİRİLMESİ ve YORULMA
ÖMÜRLERİNİN KARAKTERİZASYONU

Mehmet Deniz GÜNEŞ¹, Mehmet Ziya OKUR², Serkan KANGAL¹,
Metin TANOĞLU^{1,2}

¹ *Izmir Institute of Technology, Mechanical Engineering Department*

² *Innoma Innovative Materials Technologies Inc.*

metintanoglu@iyte.edu.tr, mgunes@iyte.edu.tr, mehmetokur@iyte.edu.tr,
serkankangal@iyte.edu.tr

Keywords: Sandwich structures, fatigue life, composites, carbon fibers

AIM

The aim of this study is to develop manufacturing routes of aluminum honeycomb cored carbon fiber reinforced epoxy composite based sandwich structures and characterization of their low cycle fatigue life.

MATERIAL/METHOD

Unidirectional carbon fabrics were used as reinforcing material for faces in the orientation of [0/90]. Epoxy resin was utilized as matrix materials and faces were manufactured via vacuum infusion method. Aluminum honeycombs with a thickness of 21 mm were used as core material. Sandwich composite structures were manufactured by adhesive bonding of carbon fiber reinforced epoxy face and aluminum honeycomb core via polyurethane adhesive. Three point bending test was applied to the sandwich structures according to ASTM C393 standard in order to evaluate flexural properties. Fatigue tests were applied to sandwich structures with respect to 90, 80 and 70% of ultimate flexural loads which obtained from three point bending tests and low cycle fatigue life of the developed structures were characterized.

RESULTS/DISCUSSIONS

The flexural test method was used to obtain flexural load-displacement curves of the sandwich panels according to ASTM C393 standard. Tests were performed using universal mechanical test machine with three point bending fixture with the 5 mm/min test rate. Flexural test set-up is shown in Figure 1. Five specimens were tested and flexural load-displacement curve of sandwich panels was obtained. Average of an ultimate flexural load of the five specimens was used for fatigue tests.

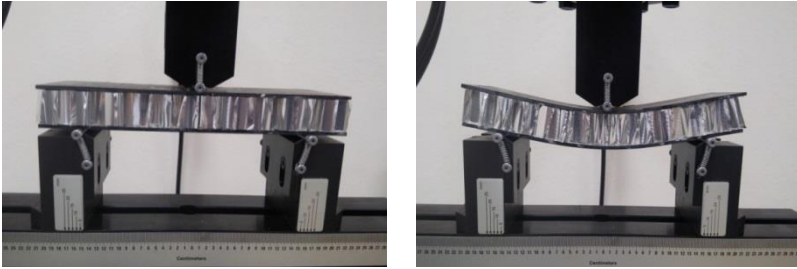


Figure 1: Test set-up for flexural test of sandwich panels

Flexural failure modes were observed during tests. Initial failure has occurred in the core area for all specimens. Core failure occurs when the linear region of the flexural load-displacement curves which is shown in Figure 1 ends. The ultimate flexural load was assumed as a load of core failure.

Load-controlled fatigue tests were applied to the sandwich composites taking 90, 80 and 70% of the maximum load values obtained from the three-point bending tests applied to the sandwich panels and the low cycle fatigue behavior was characterized by Wöhler curves (SN Curves). Fatigue failure modes of the samples were also observed during the test.

ACKNOWLEDGMENT

The authors thanks to KOSGEB for financial support

Anahtar kelimeler: Sandviç yapılar, yorulma ömrü, kompozitler

AMAC

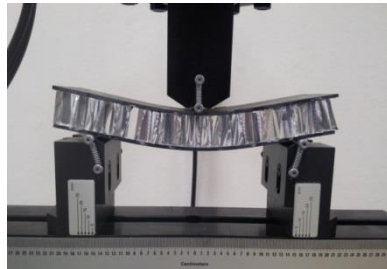
Bu çalışmanın amacı karbon elyaf/epoksi kabuk ve alüminyum balpeteği aratabaka içeren sandviç kompozitlerin üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve düşük çevrim yorulma ömürlerinin karakterize edilmesidir.

MATERYAL-YÖNTEM

Kabuk için takviye malzemesi olarak tek yönlü karbon kumaşlar [0/90] oryantasyonunda dizilerek kullanılmışlardır. Matris malzemesi olarak epoksi reçine kullanılmış, kabuk malzemesi vakum infüzyon metoduyla üretilmiştir. Aratabaka malzemesi olarak 21 mm kalınlığında balpeteği formunda alüminyum aratabaka malzemesi kullanılmıştır. Üretilen kabuk malzemesi ve alüminyum balpeteği aratabaka malzemesi poliüretan yapıştırıcı yardımıyla birbirlerine yapıştırılmış ve sandviç kompozit yapı elde edilmiştir. Üretilen sandviç yapılara ASTM C393 standartına göre üç nokta eğme testleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen eğme mukavemet değerlerinin 90, 80 ve %70 oranlarında numunelere yorulma yükleri uygulanmış ve geliştirilen sandviç yapıların yorulma ömürleri karakterize edilmiştir.

ÖN DEĞERLENDİRMELER

Sandviç panellerin eğme yük-deplasman eğrileri ASTM C393 standartına göre gerçekleştirilen eğme test metodu ile elde edilmiştir. Test universal mekanik test cihazında üç nokta eğme fikstürü kullanılarak 5 mm/dk hızla uygulanmıştır. Sandviç panellere uygulanan eğme testi düzeneği Şekil 1’de görülmektedir. Beş adet numune test edilmiştir ve eğme yük-deplasman eğrileri elde edilmiştir. Teste tabi tutulan beş numuneden elde edilen maksimum yük değerlerinin ortalaması alınmış ve bu değer yorulma testlerinde kullanılmıştır.



Şekil 1: Sandviç panellere uygulanan eğme test düzeneği

Eğme hasar modları test esnasında gözlemlenmiştir. Birincil hasarın bütün numuneler için aratabaka bölgesinde gerçekleştiği görülmüştür. Aratabaka hasarı Şekil 1’de görülen yük-deplasman eğrilerinin doğrusal bölgesi bittiği anda gerçekleşmiştir. Aratabaka hasarının olduğu yük değeri maksimum eğme yükü olarak kabul edilmiştir.

Üretilen sandviç kompozitlere uygulanan üç nokta eğme testlerinden elde edilen maksimum yük değerlerinin 90, 80 ve %70 oranlarında alınarak sandviç yapılara yük kontrollü yorulma testleri uygulanmış ve düşük çevrim yorulma davranışları Wöhler eğrileri (SN Eğrileri) vasıtasıyla karakterize edilmiştir. Numunelerin yorulma hasar modları da test süresince gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar KOSGEB’e verdiği finansal destekten ötürü teşekkür eder.

FORMATION AND MORPHOLOGY OF CELLULOSE ACETATE MICROCAPSULES FOR SELF-HEALING COMPOSITES

KENDİ KENDİNİ TAMİR EDEN KOMPOZİTLER İÇİN SELÜLOZ ASETAT MIKROKAPSÜLLERİN HAZIRLANMASI VE MORFOLOJİSİ

Mehmet Galip Icduygu¹, Meltem Asilturk², M. Cengiz Altan³

¹ School of Civil Aviation, Giresun University, Giresun, 28200, TURKEY

² Material Science and Engineering Department, Antalya University, Antalya, 070598 TURKEY

³ School of Aerospace and Mechanical Engineering, University of Oklahoma Norman, OK, 73019, USA

mehmet.icduygu@giresun.edu.tr, mltasilturk@gmail.com, altan@ou.edu

ABSTRACT

Aim

The aim of this study was to synthesize cellulose acetate microcapsules containing liquid epoxy resin that could be used in self-healing composite applications. Effects of various reaction parameters on formation and morphology of the microcapsules were also investigated.

Materials and experimental methods

In this study, cellulose acetate (CA) microcapsules that contain EPON 828 and EPON 813 liquid epoxy resins were prepared. Carbon nanotubes (CNT) was added during synthesis of microcapsules to enhance the properties of CA shell by changing solvent amount and resin:CA ratio. Dichloromethane (DCM) was selected as co-solvent for cellulose acetate and utilized together with acetone. Effect of solvent amount and resin:CA ratio on morphology of CNT free EPON 813 microcapsules was investigated. The microcapsules were prepared in a surfactant solution (1% wt Sodium Dodecyl Sulfate) by forming of CA shells at the water-epoxy interface at 40°C. For preparation of EPON 828 microcapsules with different shell thickness, carbon nanotube content (1.0 % wt) and mixing speed (1200 rpm) were kept constant, while core:shell ratio was changed between 1:1 and 4:1 by weight. After determining optimum core:shell ratio, CNT percentage of EPON 828 microcapsules were changed between 0.25 and 2.00%. Also various DCM and acetone ratios were used to adjust the core content of microcapsules. Similar approach was utilized for EPON 813 microcapsules. Sample codes of the microcapsules formed at different process parameters were presented in Table 1.

Discussion and recommendations

Synthesized microcapsules were characterized by using FTIR, TGA, and SEM techniques. FTIR results confirm that CA microcapsules can in fact encapsulate epoxy resin. It is possible to encapsulate different amount of epoxy resin either by using different amount of DCM or by changing the core:shell ratio. SEM results reveal that the shell thickness can be reduced by the increasing core:shell ratio. However, thinner shell structure often causes shell to collapse inward during evaporation of DCM. Therefore, it is necessary to use a core:shell ratio over 1:1 to obtain intact spherical microcapsules. Microcapsules with particle size distribution between 12 and 24 microns can be obtained by changing the viscosity of the mixture used in encapsulation process as listed in Table 1.

Results

Results indicate that CA microcapsules that contain liquid epoxy resin can be prepared with or without carbon nanotubes and could be embedded in various types of composite laminates for self-healing applications.

Table 1: Sample codes and particle size distribution of spherical microcapsules

Sample Code	Acetone/DCM ratio (V/V)	Core content	CNT percentage (%w/w)	Core: Shell ratio (w/w)	Particle Size Distribution (Microns)
CA1	10 ml/ 10 ml	EPON 828	1.00	1:1	
CA2	5 ml/ 10 ml	EPON 828	1.00	1:1	
CA3	10 ml/ 30 ml	EPON 828	1.00	1:1	20
CA4	10 ml/ 30 ml	EPON 828	1.00	2:1	
CA5	10 ml/ 30 ml	EPON 828	1.00	3:1	
CA6	10 ml/ 30 ml	EPON 828	1.00	4:1	
CA7	10 ml/ 30 ml	EPON 828	2.00	1:1	23
CA8	10 ml/ 30 ml	EPON 828	0.50	1:1	16
CA9	10 ml/ 30 ml	EPON 828	0.25	1:1	12
CA10	5 ml/ 15 ml	EPON 828	1.00	1:0.25	
CA11	5 ml/ 15 ml	EPON 813	1.00	1:1	17
CA12	5 ml/ 15 ml	EPON 813	1.00	1:0.25	
CA13	5 ml/ 15 ml	EPON 813	1.00	1:0.50	
CA14	5 ml/ 15 ml	EPON 813	1.00	1:0.75	12
CA15	10 ml / 5 ml	EPON 813	1.00	1:1	35
CA16	10 ml/ 10 ml	EPON 813	1.00	1:0.75	24

Keywords: Cellulose acetate microcapsules, epoxy resin, carbon nanotube

ÖZET

Amaç

Bu çalışmanın amacı kendi kendini tamir uygulamalarında kullanılmak üzere sıvı epoksi içeren selüloz asetat mikrokapsüllerinin hazırlanması ve çeşitli reaksiyon parametrelerinin mikrokapsül morfolojisi üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Materyal-yöntem

Bu çalışmada EPON 828 ve EPON 813 içeren selüloz asetat (CA) mikrokapsülleri hazırlanmıştır. Çözücü miktarı ve reçine:CA oranı değiştirilecek EPON 828 mikrokapsülleri içine karbon nanotüp (CNT) eklenmeye çalışılmıştır. CNT içermeyen EPON 813 mikrokapsüllerinin morfolojisine çözücü miktarı ve reçine:CA oranının etkisi araştırılmıştır. Diklorometan (DCM); CA için ortak çözücü olarak seçilmiş ve asetonla birlikte kullanılmıştır. Mikrokapsüller 40°C de su-reçine ara yüzeyinde CA kabuğu oluşturacak şekilde yüzey aktif madde (1% wt Sodyum Dodesil Sülfat) içinde hazırlanmıştır. Farklı kabuk kalınlıklarında EPON 828 mikrokapsülleri hazırlamak için çekirdek:kabuk oranı 1:1 ile 4:1 arasında değiştirilerek sabit CNT oranı (1.0 % wt) ve karıştırma hızlarında (1200 rpm) EPON 828 mikrokapsülleri hazırlanmıştır. Optimum çekirdek:kabuk oranı belirlendikten sonra EPON 828 mikrokapsüllerinin CNT yüzdesi 0.25% ile 2.00% arasında değiştirilmiştir. Aynı zamanda farklı oranlarda DCM ve aseton kullanılarak mikrokapsüllerin çekirdek içeriği ayarlanmaya çalışılmıştır. Benzeri bir yaklaşım EPON 813 mikrokapsülleri için kullanılmıştır. Farklı işlem parametrelerinde hazırlanan mikrokapsüllerin kodları Tablo 1 de verilmiştir.

Ön değerlendirmeler

Sentezlenen mikrokapsüller FTIR, TGA ve SEM teknikleri kullanılarak karakterize edilmiştir. FTIR sonuçları mikrokapsüllerin epoksi reçine içerdiğini göstermektedir. Faklı miktarlarda DCM kullanarak ya da çekirdek:kabuk oranını değiştirerek farklı miktarlarda epoksi reçinenin hapsedilmesi mümkündür. SEM sonuçları çekirdek:kabuk oranının artmasıyla kabuk kalınlığının azaldığını göstermektedir. Fakat daha ince kabuk DMC uzaklaşması sırasında kabuğun içeri doğru çökmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden düzgün küresel şekilde mikrokapsüllerin elde edilmesi için 1:1 çekirdek:kabuk oranının kullanılması gerekmektedir. Enkapsülasyon işleminde kullanılan çözeltinin viskozitesini değiştirerek 12 mikron ile 24 mikron arasında parçacık boyut dağılımına sahip mikrokapsüllerin elde edilmesi mümkündür (Tablo 1).

Sonuç

Sonuçlar CNT içeren ya da içermeyen EPON 828 ve EPON 813 CA mikrokapsüllerin hazırlanabileceğini ve kendi kendini tamir uygulamaları için bir seçenek olabileceklerini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Selüloz asetat mikrokapsüller, epoksi reçine, karbon nanotüp

INVESTIGATION OF ZINC BORATE ADDED POLYESTER GELCOAT FLAME RESISTANCY CHARACTERISTICS

ÇİNKO BORAT İLE TAKVİYELENDİRİLMİŞ POLYESTER JELKOTUN ALEV DAYANIM ÖZELİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Batuhan KULELİ, Volkan İtfaiye Araçları A.Ş., İzmir/Türkiye,
batuhan.kuleli@volkan.com.tr

Mehmet SARI, Volkan İtfaiye Araçları A.Ş., İzmir/Türkiye,
mehmet.sari@volkan.com.tr

Mustafa DOLAYKAYA, Volkan İtfaiye Araçları A.Ş., İzmir/Türkiye,
mustafa.dolaykaya@volkan.com.tr

Deniz KAYA, Volkan İtfaiye Araçları A.Ş., İzmir/Türkiye,
deniz.kaya@volkan.com.tr

Ertuğrul ERKOÇ, Bursa Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü,
Bursa/Türkiye, ertugrul.erkoc@btu.edu.tr

Amaç: Kompozit malzemeler yüksek dayanım/ağırlık oranı ve kimyasal direnç gibi avantajlara sahipken alev dayanımları nispeten düşüktür. Bu dezavantaj kullanım alanlarını sınırlandırmaktadır. Kompozit malzemelerde kimyasal direnç ve görsel kalite gibi nedenlerle kullanılan jelkot katmanı alevle doğrudan teması bulunma ihtimali olan ilk katmandır. Jelkot yanma özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla çeşitli katkı maddeleri ilavesi yapılmaktadır. Yanma özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla kullanılan katkılar halojen içermekte ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. Bu çalışma, kompozit malzemenin jelkot katmanının yanma özelliklerini çinko borat ilavesi ile iyileştirerek kompozit malzemenin alev dayanımını insan sağlığına zarar vermeksizin arttırmayı amaçlamaktadır.

Materyal-Yöntem: Çalışmada ortalama 2-4 µm boyutlarında çinko borat ve polyester tabanlı jelkot kullanılmıştır. Jelkot içerisine ağırlıkça %10, 30 ve 50 oranlarında çinko borat ilave edilerek mekanik olarak karıştırılmıştır. Elde edilen karışım UL94 ve LOI testleri için hazırlanmış olan kalıplara alınmıştır. Kalıptan çıkarılan numuneler 2 gün boyunca 23±2 °C sıcaklık ve %45±10 bağımlı nem oranında şartlandırılmıştır. Şartlandırma sonrasında numuneler UL94 ve LOI testlerine tabi tutularak ilave miktarına bağlı yanma özellikleri ve yanma sınıfları araştırılmıştır.

Ön Değerlendirmeler: UL94 ve LOI testleri sonucunda çinko borat ilavesinin numunelerin yanma sınıfı ve alev almaları için gerekli minimum oksijen miktarını üzerinde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Yanma için gerekli minimum oksijen miktarının arttığı bu durumun çinko borat ilave kaynaklı olduğu öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: çinko borat, jelkot, LOI, UL94, yanma geciktirici

Aim: Composite materials have advantages such as high specific strength and chemical resistance whereas their flame resistance is relatively low, therefore their area of usage is limited. In purpose of increasing the visual quality and chemical resistance a gelcoat layer is used on most of the reinforced polymer composites. Gelcoat layer is the first layer after the paint which is considered the first main layer of the composite. Various additives are being used to increase flame resistance of polymer resins and gelcoats. Conventional flame retardant gelcoats have halogen in their composition, which is deleterious and environmentally hazardous. In this study zinc borate is used as additive in gelcoat for increasing the flame resistance without the negative effects.

Material-Method: In the study 2-4 μm sized zinc borate and polyester based gelcoat are used. Zinc borat is added and mechanically mixed in the gelcoat by 10, 30 and 50 percentage of weight. Obtained mixtures are molded as test samples for UL 94 and LOI tests. After the molding procedure samples are conditioned for 2 days at 23 ± 2 oC temperature and $45\pm 10\%$ relative humidity. Conditioned samples subjected to UL 94 and LOI tests and their combustive specifications and combustion classes are examined in accordance with percentage weight of zinc borate they contain.

Results: UL 94 and LOI tests had shown that addition of zinc borate is effective on samples' combustion class and the minimum amount of oxygen required for deflagration. Addition of zinc borate is considered cause of this increase of minimum amount of required oxygen for deflagration.

Key Words: flame retardant, gelcoat, LOI, UL 94, zinc borate

THE INVESTIGATION OF IMPACT RESPONSES OF BASALT FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITES AT CORROSION CONDITION

KOROZYON ŞARTLARINDA BAZALT ELYAF TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİTLERİN DARBE DAVRANIŞLARININ İNCELENMESİ

İbrahim DEMİRCİ¹, Ahmet AVCI², Mehmet Turan DEMİRCİ^{3*}

¹ Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey,
Ibrahimdemirci66@gmail.com

^{2,3*} Selcuk University, Konya, Turkey, aavci@selcuk.edu.tr,
turandemirci@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

In this paper, the low velocity impact behaviors of Basalt Fiber Reinforced(BFR) epoxy composites were investigated at sea water corrosion condition. Sea water (Mediterranean Sea) was determined as corrosion condition. Corrosion periods to determine the impact responses of BFR/Epoxy composites were determined as 0, 10, 20 and 40 days in terms of literature related in corrosion of composites. 6 laminated 400 tex basalt fiber fabrics and Bisphenol A (DGEBA) epoxy resin were used as reinforcement and matrix materials respectively. Basalt/Epoxy composites which were exposed sea water the during 0, 10, 20 and 40 days were applied to the low velocity impact test at 10j and 20j energy levels according to ASTM D 7136M. As results of low impact tests of all composites, when corrosion periods have been increased, the peak (Maximum) loads decreased and displacements increased. In addition, the rebound energy of basalt/epoxy composites decreased by increasing corrosion days and absorption energy increased by increasing corrosion day. It was observed that the increasing corrosion day caused to increase the delamination failures on the Basalt/Epoxy composites

Keywords: Sea water corrosion, basalt fiber reinforcement, low velocity impact behavior, composites

ÖZET

Bu çalışmada, Bazalt Elyaf Takviyeli (BTP) epoksi kompozitlerin deniz suyu korozyon ortamında darbe davranışları incelenmiştir. Korozyon ortamı olarak Akdeniz suyu belirlenmiştir. Korozyon süreleri literatürde konu ile ilgili çalışmalar temel alınarak, 0, 10, 20 ve 40 gün olarak belirlenmiştir. Bisphenol A (DGEBA) epoksi reçine matris malzeme olarak, 400 Tex Bazalt Elyaf Kumaşlar ise 6 tabaka halinde kompozitlerde takviye malzemesi olarak kullanılmıştır. 0, 10, 20 ve 40 gün deniz suyu korozyonuna maruz kalan Bazalt/Epoksi kompozitlere, ASTM D 7136M standardına göre 10j ve 20j enerji seviyelerinde düşük hızlı darbe testleri uygulanmıştır. Tüm kompozitlerin düşük hızlı darbe deneyleri sonucunda, korozyon süresinin artmasıyla maksimum kuvvetlerinde azalmalar, deplasmanlarında ise artışlar tespit edilmiştir. Ayrıca, korozyon süresinin artmasıyla geri sekme enerjilerinin düştüğü, absorbe edilen enerjilerinde arttığı gözlemlenmiştir. Artan korozyon süresinin delaminasyon hasarını da arttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Deniz Suyu Korozyonu, Bazalt Elyaf Takviyesi, Düşük Hızlı Darbe Davranışları, Kompozitler.

CO-CURED MANUFACTURING OF MULTI-CELL COMPOSITE BOX BEAM

KOMPOZİT ÇOK GÖZLÜ KUTU KİRİŞİN EŞ ZAMANLI KÜRLENDİRME YÖNTEMİYLE ÜRETİMİ

Mert AKIN*, Merve ERDAL

*Department of Mechanical Engineering, Middle East Technical University,
Dumlupınar Blvd. No. 1, 06800 Cankaya, Ankara, Turkey*

**Correspondence author: Email: mert.akin@metu.edu.tr*

AIM

The usage of composite materials, particularly carbon fiber reinforced polymer composites (CFRP), are rapidly growing in the aircraft structures due to higher specific strength and stiffness as compared to traditional metal and alloys. Sub-structures of aircraft structures are mainly consisted of stiffened shells such as fuselage frames, ribs and multi-cell box beams. Conventionally, these stiffened shells are manufactured through a process wherein shells and stiffeners are fabricated separately and then are integrated either through mechanical fastening and adhesive bonding. The production cost of composite materials is typically high compared to metallic structures. The motivation of reducing costs of composite fabrication necessitates researchers to investigate on integral molding processes, such as co-curing.

MATERIAL-METHOD

Co-curing is an integral molding technique that can greatly reduce the part count and the final assembly costs for composite materials. This article presents a demonstration of integral manufacturing of a multi-cell carbon fiber reinforced composite box beam by using the vacuum assisted resin infusion (VARTM) process, which is a low-cost technique to manufacture advanced composite parts. In the technique, both the skin and webs were co-injected in a single step and were integrated without using adhesive. Polystyrene foam molds, which were removed at the end of the process, were utilized in order to create the cavities.

DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS

Compressive strength of the polystyrene foam mold, curing and post-curing temperatures were taken as parameters. The process was developed by selecting the foam having higher compressive strength and adjusting the curing temperature.

Keywords

Co-curing, Multi-cell Composite Box Beam, Carbon Fiber Reinforced Composites, Vacuum Assisted Resin Infusion

AMAC

Metal ve metal alaşımlarına kıyasla daha yüksek özgül dayanım ve özgül rijitlik özelliğine sahip olması sebebiyle kompozit malzemelerin, özellikle karbon elyaf takviyeli polimer kompozitlerin uçak yapılarındaki kullanımı hızlı bir şekilde gelişmektedir. Ana uçak yapıları çoğunlukla uçak gövdesi kaburgaları (fuselage frames), ribler ve kutu kirişler gibi güçlendirilmiş kabuk yapılarından meydana gelmektedir. Geleneksel olarak bu güçlendirilmiş kabuk yapılar, kabuk yapının (shell) ve destek plakalarının (stiffeners) ayrı ayrı üretilip sonrasında mekanik bağlantı veya yapıştırıcı kullanılarak birleştirilmesi yöntemiyle üretilmektedir. Genel olarak kompozit malzemelerin üretim maliyeti metallere daha fazladır. Kompozit üretim maliyetlerinin düşürülmesi motivasyonu araştırmacıların eş zamanlı kürlendirme yöntemi gibi bütünsel üretim yöntemleri üzerine araştırması gerekliliğini doğurmuştur.

MATERYAL-YÖNTEM

Eş zamanlı kürlendirme yöntemi kompozit malzemelerde kullanılacak parça sayısının ve final montaj maliyetlerinin büyük oranda azaltılmasını sağlayan bütünsel bir kalıplama tekniğidir. Bu bildiride, ileri kompozit malzemelerin üretimi için düşük maliyetli bir teknik olan vakum destekli reçine transfer kalıplama (VARTM) yöntemi kullanılarak karbon elyaf takviyeli kompozit bir kirişin bütünsel üretimi gösterilmektedir. Bu teknikte, alt, üst (skins) ve destek plakaları (webs) tek adımda eş zamanlı reçine infüzyonu gerçekleştirilerek üretilmiş ve plakalar birbirlerine yapıştırıcı kullanılmadan entegre edilmiştir. Kutu kirişteki boşlukların oluşturulması için üretim sonrasında çıkarılan polistren köpük kalıplar kullanılmıştır.

ÖN DEĞERLENDİRMELER

Polistren köpük kalıbın bası mukavemeti, kürlendirme ve post-kürlendirme sıcaklıkları parametre olarak alınmıştır. Proses yüksek bası dayanımına sahip köpük kalıp ve uygun kürlendirme sıcaklıkları seçilerek geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler

Eş Zamanlı Kürlendirme, Kompozit Çok Gözlü Kutu Kiriş, Karbon Elyaf Takviyeli Kompozitler, Vakum Destekli Reçine Transfer Kalıplama

INTERFACE ENHANCEMENT OF CELLULOSE AND LDPE BASED POLYMERIC COMPOSITES FOR BIODEGRADABLE PACKAGING

BİYOBOZUNUR AMBALAJ UYGULAMALARI İÇİN SELÜLOZ VE AYPE ESASLI POLİMERİK KOMPOZİTLERDE ARA YÜZEY GELİŞTİRİLMESİ

Mert Can HENDEKÇİ, Serap CESUR

mchendekci@gmail.com, serap.cesur@ege.edu.tr, cesur.serap@gmail.com
Ege University, Engineering Faculty, Department of Chemical Engineering,
İzmir/Turkey

ABSTRACT

Aim

There are two main objectives in this study. The first one is to develop sustainable and environmentally friendly food packaging materials with desired properties from carboxymethyl cellulose (CMC) which is one of the most abundant biopolymers. CMC is insufficient alone to be used as a packaging material because of weak mechanical properties. To enhance the properties of CMC, polyethylene glycol (PEG, PG), glycerol monooleate (G) and oleic acid (O) as plasticizers and clay (C) as an inorganic additive were used. The second objective is to give biodegradability to non-biodegradable low density polyethylene (LDPE, L) without changing desired properties. Polycaprolactone (PCL, P), biodegradable and compatible with many materials, was used for this purpose. For LDPE/PCL composites, same plasticizers and maleic anhydride (M), dicumyl peroxide (D) and clay were used to enhance the compability between these two different polymers. Therefore, biodegradation behaviour of LDPE/PCL composite films prepared is under investigation.

Key words: CMC, biopolymers, LDPE, PCL, biodegradable, packaging

Materials-method

All films were prepared by solvent casting method. To prepare biofilms, 4.2 g of CMC was weighed; then, 70 ml of distilled water was added and mixed by a magnetic stirrer heater at 40°C. After CMC fully dissolved, three types of plasticizers were added as 1% and 3% and clay as 0.1% and 0.4% by weight and further mixed until homogeneous solution is obtained. Finally, CMC solution was casted on a preheated Teflon pan and left for evaporating water at room temperature. To produce LDPE/PCL films, 1.4 g of LDPE

granules were weighed, then, 20 ml of xylene and one of the plasticizers selected were added, and mixed for an hour in the ultrasonic bath which was set to 70°C for the perfect dissolution. Dicumyl peroxide (D), clay (C) and maleic anhydride (M) were added with different weight percentages. To prepare the PCL solution, 10wt% or 50wt% of PCL was weighed; 10 ml dichloromethane was added into another bottle and mixed by the magnetic stirrer at the ambient temperature approximately 20°C. After dissolution of both LDPE and PCL, two solutions were combined slowly at 70°C. Finally homogeneous solution was casted on the Teflon pan which was heated up before, to vaporize the solvent. Then the film left for cooling for an hour by decreasing the temperature of the heater as 1°C/min. To investigate the surface properties and crystal morphology, optical microscope (Leica DFC 295) was used. In order to evaluate the films for their functional groups, FTIR (Perkin Elmer, Spectrum 100) was used. Mechanical tests have been carried out with the strain rate of 100 mm/min by tensile analyser (SHIMADZU AG-15), samples were cut as dogbone and kept 23±2°C and 50% relative humidity for 48 hours before the tests. Simulated soil was prepared to follow the biodegradation behaviour. Buried samples were removed from the soil, cleaned, thicknesses and weight losses of all films were measured.

Preliminary results

Figure 1 shows the effect of plasticizers and amounts on the structure of CMC films.

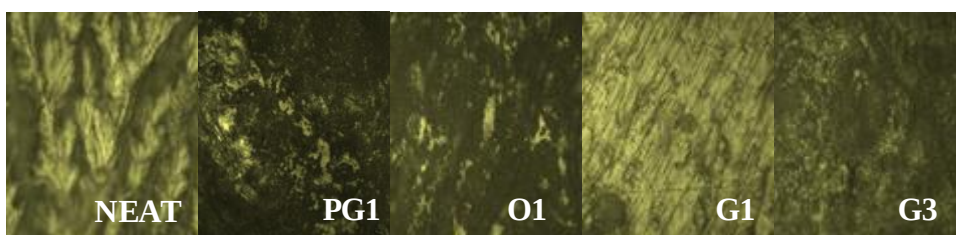


Figure 1. Effect of different plasticizers on CMC films

Figure 2 gives the mechanical test results of the composite films. It can be seen that the type and the amount of plasticizer has an important effect on the mechanical properties of CMC and LDPE/PCL composite films. Neat CMC has very poor mechanical properties. It is brittle and weak. With addition of PEG, the mechanical property of the film was enhanced. Different plasticizers give strength and elasticity to CMC. For the second group of films, neat LDPE has also poor mechanical properties. By the addition of plasticizers, the structure became more pliable (**Figure 2b**). In

contrast, LDPE/PCL composites are weak when compared with neat LDPE because of the compatibility problems of the two polymers.

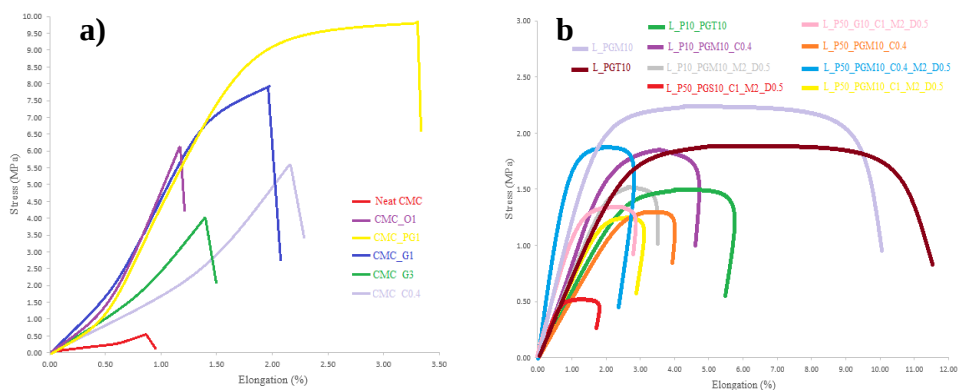


Figure 2. Effect of plasticizers on mechanical properties of **a)** CMC **b)** LDPE/PCL films

Biodegradation behaviour of LDPE/PCL composites was searched and L_P30_G10 film has the highest weight loss with 21.54% and other measured values can be seen in **Table 1**.

Table 1. Biodegradation results of LDPE/PCL composites with glycerol monooleate

FILM	Film thickness (µm)/ Weight (g)/Weight loss (%)			
	Time passed (month)			
	0	5	10	14
L_P5_G10	135/0.045/0	152/0.043/4.4	131/0.04/11.1	128/0.041/8.9
L_P10_G10	154/0.052/0	168/0.049/5.8	153/0.046/11.5	162/0.044/15.4
L_P20_G10	136/0.045/0	151/0.042/6.7	127/0.039/13.3	143/0.038/15.6
L_P30_G10	173/0.065/0	197/0.062/4.6	166/0.053/18.5	176/0.051/21.5
NEAT LDPE	93/0.032/0	112/0.031/3.1	78/0.03/6.3	87/0.028/12.5

Acknowledgements: This project is supported by TÜBİTAK through the project 2209/A.

Amaç

Bu çalışma iki temel amacı kapsamaktadır. İlki, doğada bol miktarda bulunan biyopolimerlerden biri olan karboksimetil selülozdan (CMC), sürdürülebilir ve çevre dostu gıda ambalajı malzemesi geliştirmektir. CMC zayıf mekanik özelliklerinedeniyle ambalaj malzemesi olarak tek başına yetersizdir. CMC'nin özelliklerini iyileştirmek amacı ile plastikleştirici olarak polietilen glikol (PEG, PG), gliserol monooleat (G), oleik asit (O) ve inorganik katkı maddesi olarak kil (C) kullanılmıştır. İkinci amaç ise biyobozunur olmayan alçak yoğunluk polietilene (AYPE, L) istenilen özelliklere bağlı kalarak biyobozunurluk kazandırmaktır. Bunu gerçekleştirmek için birçok malzeme ile uyumlu ve biyobozunur olan polikaprolakton kullanılmıştır. AYPE/PCL kompozitlerinde iki farklı plastiğin birlikte uyumunu geliştirmek için aynı plastikleştiriciler ve katkı maddesi olarak maleik anhidrit (M), dikünil peroksit (D) ve kil (C) kullanılmıştır. Hazırlanan AYPE/PCL kompozit filmlerinin simüle toprak altında biyobozunurluk davranışları incelenmektedir.

Anahtar kelimeler: CMC, AYPE, PCL, biyobozunur, ambalaj

Materyal-Yöntem

Filmlerin hazırlanması için çözücü döküm yöntemi kullanılmıştır. Biyofilmlerin hazırlanmasında 4.2 g CMC tartılıp üzerine 70 ml distile su eklenmiştir ve 40°C'de manyetik karıştırıcılı ısıtıcıda karıştırılmıştır. CMC'nin çözünmesi tamamlandıktan sonra üç farklı plastikleştiriciden biri seçilip ağırlıkça 1% ve 3% oranında ve kil 0,1% ve 0,4% oranında eklenip homojen bir çözelti elde edilene kadar karıştırmaya devam edilmiştir. Son adımda CMC çözeltisi önceden ısıtılmış Teflon tavaya dökülüp suyun uzaklaşması için oda sıcaklığında bırakılmıştır. AYPE/PCL filmleri için 1,4 g AYPE granülleri tartılıp 20 ml ksilen ve plastikleştiricilerin bir tanesi eklenerek ultrasonik banyoda bir saat karıştırılmıştır. PCL çözeltisi için %10-50% aralığında PCL tartılıp 10 ml diklorometan ile oda sıcaklığında manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. AYPE ve PCL çözeltileri hazır olduğunda 70°C'de yavaş yavaş birbirine eklenmiştir. Son olarak homojen çözelti önceden ısıtılmış Teflon tavaya dökülmüş ve 1°C/dk olacak şekilde sıcaklık düşürülerek çözücülerin uzaklaşması sağlanmıştır. Yüzey özellikleri ve kristal morfolojisini incelemek için optik mikroskop (Leica DFC 295) kullanılmıştır. Filmlerin karakterizasyonu ve değerlendirilmesi FTIR analizi (Perkin Elmer, Spectrum 100) ile gerçekleştirilmiştir. Filmlerin mekanik özellikleri çekme analizörü (SHIMADZU AG-15) ile incelenmiştir. Örnekler dogbone şeklinde kesilip, 48 saat boyunca 23±2 °C'de ve %50 bağıl nem altında tutulmuştur. Biyobozunurluk davranışı takibi için simüle toprak

AYPE/PCL kompozitlerinin biyobozunurluk davranışları incelendiğinde 14 ayının sonunda en yüksek bozunmaya %21,5 ile L_P30_G10 filminin ulaştığı görülmektedir. Takip edilen diğer filmlerin kalınlıkları ve ağırlık kayıpları **Tablo 1**'de verilmiştir.

Tablo 1. Gliserol monooleatlı AYPE/PCL filmlerinin biyobozunurluk sonuçları

FİLM	Film kalınlığı (µm)/ Ağırlık (g)/Ağırlık kaybı (%)			
	Geçen Zaman (Ay)			
	0	5	10	14
L_P5_G10	135/0.045/0	152/0.043/4.4	131/0.04/11.1	128/0.041/8.9
L_P10_G10	154/0.052/0	168/0.049/5.8	153/0.046/11.5	162/0.044/15.4
L_P20_G10	136/0.045/0	151/0.042/6.7	127/0.039/13.3	143/0.038/15.6
L_P30_G10	173/0.065/0	197/0.062/4.6	166/0.053/18.5	176/0.051/21.5
AYPE	93/0.032/0	112/0.031/3.1	78/0.03/6.3	87/0.028/12.5

Teşekkür: Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209/A Projesi kapsamında desteklenmiştir.

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF HIGH DENSITY POLYETHYLENE – HYDROXYAPATITE (HDPE- HA) NANOCOMPOSITE SYSTEMS

YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN-HİDROKSİAPATİT (YYPE-HA) NANOKOMPOZİT SİSTEMLERİNİN HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Eyüp Karaca, Murat Şen

Hacettepe University, Department of Chemistry, Polymer Chemistry,
Beytepe, 06080, Ankara, Turkey
eyupkaraca@hacettepe.edu.tr, msen@hacettepe.edu.tr

Aim

For centuries, importance has been given to the development of implant materials so that people can live a better life. Metal, ceramic, polymer and composite materials are widely used as implant materials. The use of polymers is often preferred due to some important advantages. Some of these advantages of polymers are useful, to be processable and variety of materials and etc.. Despite these advantages of polymers, there is a need to develop such materials in order to be compatible with the nature of the implant material. For this reason, it is important to prepare composite mixtures containing polymer as an organic part and hydroxyapatite as an inorganic part. Hydroxyapatite has significant advantages that is in the basic composition of the bone and also ensures environmental compatibility in bone growth due to the surface porosity. In this study, we have prepared composite implant materials that have superior mechanical properties and help bone healing at the same time instead of the currently used Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) restorative materials. Hydroxyapatite and high density polyethylene were mixed in different formulations and the prepared mixtures were characterized by chemical and mechanical methods to prepare composite material. In order to increase the compatibility and mechanical strength of the mixture, high density polyethylene grafted with maleic anhydride-hydroxyapatite composite systems were prepared. It is aimed to increase both the mechanical strength and the compatibility between the organic-inorganic composite systems by adding poly (hedral oligomeric silsesquioxane) to high density polyethylene and hydroxyapatite composite systems.

Materials and Methods

In the study, HDPE was used among the polyethylenes having different densities. HDPE that has a melt flow rate (ASTM D1238, 2160 g, 190°C) of

0.25-0.45 (g/10 min) and a density of 0.959-0.963 g/cm³ (ASTM D1505, 23°C) was supplied by PETKİM. The poly (hedral oligomeric silsesquioxanes)'s used in the preparation of the composites were obtained from Hybrid Plastics and the maleic anhydride from Merck. Two different hydroxyapatites were used in our experiments. HA1 (polydisperse medical grade calcium hydroxyapatite) was supplied from HKPB Biomaterials Ltd T/A Premier Biomaterials, the second hydroxyapatite was synthesized by chemical precipitation method in our laboratories.

Polymer/HA binary blends were prepared using HDPE granules at different ratios by mass with torque rheometer. (Thermo Scientific Measuring Mixer and Extruder System, Haake PolyLab OS). Each sample was prepared by mixer at 190°C, 50 rpm, for 15 minutes. The samples were filmed by applying a pressure of 150 bar at 190°C for 2 minutes between two plates in Polystat 200 T model heater table (Brabender brand). The pressed samples were used for tensile-elongation tests by cutting into bones suitably according to ASTM D638 standard. Mechanical tests was examined 500 mm/min Zwick Z010 universal tester. Cytotoxicity analysis of the materials was investigated with L929 mouse fibroblast cells (NCTC clone 929, ATTC).

Preliminary Reviews

In composite systems prepared with HDPE-HA, the addition of HA to the structure was observed to cause fragility. With grafting in HDPE-g-MA-HA composite mixtures, the breaking force, the beginning and finishing point of cold flow and the elastic modulus value was observed an increase. It has been found that using POSS in HDPE composite structures does not provide a significant advantage. It has been decided that the HDPE-g-MA+HA composite mixture is suitable in vitro studies of bone tissue engineering where it is not cytotoxic.

Key Words High density polyethylene (HDPE), hydroxyapatite (HA), poly (hedral oligomeric silsesquioxane) (POSS), maleic anhydride (MA), implant, grafting, nanocomposite

Amaç

İnsanların daha iyi bir yaşam sürebilmesi için yüzyıllardır implant malzeme geliştirilmeye önem verilmiştir. İmplant malzeme olarak metal, seramik, polimer ve kompozit malzemeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Polimerler hazırlama, kullanım ve işleme kolaylığı, malzeme çeşitliliği vb. nedenleri ile sıklıkla tercih edilmektedir. Polimerlerin bu gibi avantajlarına rağmen implant malzemelerin doğasıyla uyumlu hale getirilebilmesi için geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yüzden organik kısmı polimerler

ve inorganik kısmı hidroksiapatitden oluşan kompozit karışımların hazırlanması önem kazanmaktadır. Hidroksiapatit kemiğin ana bileşiminde olması ve yüzeyin gözenekliliğinin kemik büyümesine ortam sağlaması nedeni ile önemli avantajlar sağlamaktadır.

Bu çalışmada çene ve kafatası cerrahisinde halihazırda kullanılan Ultra Yüksek Molekül Ağırlığındaki Polietilenden (UHMWPE) mamül restorasyon malzemelerinin yenine geçebilecek, bu malzemelerden daha üstün mekanik özelliklere sahip olan, aynı zamanda kemik iyileşmesine de yardımcı olabilecek kompozit implant malzemelerin hazırlanmasına çalışılmıştır. Kompozit malzeme yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) ve farklı oranlarda hidroksiapatitin (HA) kullanılarak hazırlanmıştır. Hazırlanan karışımlar kimyasal ve mekanik yöntemle karakterize edilmiştir. Karışımın uyumluluğunu ve mekanik dayanımını arttırmak için maleik anhidrit aşılantı yüksek yoğunluklu polietilen hidroksiapatit kompozit sistemleri de hazırlanmıştır. Yüksek yoğunluklu polietilen ve hidroksiapatit kompozit sistemine poli(hedral oligomerik silseskioksan) (POSS) eklenerek kompozit sistemin hem mekanik dayanımının hem de organik-inorganik bileşenler arasındaki uyumluluğunun artırılmasına çalışılmıştır.

Malzeme-Yöntem

Çalışmada farklı yoğunluklara sahip polietilenler arasından YYPE kullanılmıştır. YYPE, PETKİM firmasından temin edilmiş olup, 0,25-0,45 (g/10 dak.) eriyik akış hızına (ASTM D1238, 2160 g, 190°C), ve 0,959-0,963 g/cm³ yoğunluğa (ASTM D1505, 23°C) sahiptir. Kompozit hazırlamada kullanılan poli(hedral oligomerik silseskioksan)'lar Hybrid Plastics firmasından ve maleik anhidrit Merck firmasından temin edilmiştir. Deneylerde iki farklı hidroksiapatit kullanılmış olup, HA1 kalsiyum hidroksiapatit, polidisperse medikal grade olup HKPB Biomaterials Ltd T/A Premier Biomaterials firmasından temin edilmiştir, ikinci hidroksiapatit laboratuvarlarımızda kimyasal çöktürme metoduyla sentezlenmiştir.

YYPE granülleri kullanarak polimer/HA ikili karışımları kütlece farklı oranlarda tork reometre cihazı ile hazırlanmıştır. (Thermo Scientific Measuring Mixer and Extruder System, Haake PolyLab OS). Her örnek 190 °C sıcaklıkta, 50 rpm hızında, 15 dakika karıştırılarak hazırlanmıştır. Örnekler Brabender marka, polystat 200 T model ısıtıcı tablanın iki plakası arasında 2 dakika süre ile 190 °C'de 150 bar basınç uygulanarak film haline getirilmiştir. Film haline getirilen örnekler ASTM D638 standardına göre uygun olarak kemik şeklinde kesilerek çekme-uzama testleri için kullanılmıştır. Mekanik testler 500 mm/dak. çekme hızıyla Zwick Z010 Evrensel test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında üretilen malzemelerin sitotoksikite analizi L929 fare fibroblast hücreleri ile (NCTC clone 929, ATTC) gerçekleştirilmiştir.

Ön Değerlendirmeler

YYPE-HA ile hazırlanan kompozit sistemlerinde HA'nın yapıya eklenmesinin yapıya kırılmalık getirdiği görölmüştür. Aşılmanın etkisi incelendiğinde, YYPE-g-MA-HA kompozit karışımlarında kopmadaki kuvvet, akmanın başladığı ve akmanın tamamlandığı kuvvet değerlerinde ve elastik modöls değeriinde artış gözlenmiştir. YYPE ile hazırlanan kompozit yapılarada POSS kullanılmasıının önemli bir avantaj sağlamadığı tespit edilmiştir. YYPE-g-MA+HA kompozit karışımının sitotoksik olmadığı kemik doku mühendisliğine yönelik in- vitro çalışmalara uygun olduğu kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE), hidroksiapatit (HA), poli(hedral oligomerik silseskioksan) (POSS), maleik anhidrit (MA), implant, aşılama, nanokompozit

DEVELOPMENT OF FLAME RETARDANT GLASS FIBER REINFORCED POLYESTER COMPOSITES

ALEV GECİKTİRİCİ CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER KOMPOZİTLERİN GELİŞTİRİLMESİ

Oylum Colpankan Gunes^a, Remzi Gomek^a, Alpay Tamar^a, Onur Kaan
Kandemir^a, Aygül Karaorman^b, Aylin Ziyhan Albayrak^a

^aMetallurgical and Materials Engineering Department, Faculty of
Engineering, Dokuz Eylul University, Izmir, Turkey

^bFibrosan Glass Reinforced Polyester Industry and Trade Inc., Izmir, Turkey

oylum.colpankan@deu.edu.tr, remzi.gomek@hotmail.com,
alpay.tamar@gmail.com, onurkaankandemir@hotmail.com,
aygul.karaorman@yucelgroup.com, aylin.albayrak@deu.edu.tr

Aim

Glass fiber reinforced polyester composites are widely used in many sectors such as transportation, automotive, construction, marine and electric and electronic. Especially in the public transportation vehicles where human factor is at the forefront, and in construction materials applications, it is also necessary to have good flame retardant properties beside good mechanical properties. The aim of this study is to enhance the flame retardant property of glass fiber reinforced polyester composite products which are produced by Fibrosan Cam Takviyeli Polyester Sanayi ve Ticaret A.Ş. Our goal is to achieve the company's target of 40 and more LOI value with the contribution of new additives.

Keywords: Glass fiber reinforced polyester composite, flame retardancy, ATH, EG, APP

Material-Method

In this study, for the production of composites unsaturated polyester resin and E-glass fiber non-woven fabrics were selected as a polymer matrix and reinforcement, respectively. Aluminum hydroxide (ATH), expandable graphite (EG) and ammonium polyphosphate (APP) were used as flame retardant fillers.

Composites were prepared by hand-lay up method. E-glass fiber non-woven fabrics were impregnated with the polymer matrix containing different flame

retardant filler composition. Then, the composites were cured at 60 °C for 24h.

Flame-retardant properties of the composites were tested by LOI and UL-94 tests. Chemical characterization of the materials was done using Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). Mechanical properties were evaluated by tensile test and surface morphology analysis was performed by using a stereo microscope and scanning electron microscope (SEM). Thermal properties of the composites were characterized by Thermogravimetry/Differential Thermal Analyzer.

Discussion and Recommendations

The composite including ATH as the only flame-retardant filler had the LOI value of 33. In order to achieve higher flame retardancy, as adding more ATH deteriorates the mechanical properties of the composite. Therefore, EG and/or APP was used in combination with ATH while keeping the flame-retardant filler composition fixed with respect to the polymer matrix. It was found that LOI values of all dual-flame retardant composites were greater than single-flame retardant composite. In the triple-flame retardant composites including APP and EG in combination with ATH, it was found that composites had same LOI values indicated that in these formulations the effect of APP and EG was similar. On the other hand, when the ratio of the intumescent flame retardants increased with respect to ATH, the highest LOI value was obtained as 43.

Tensile test results, ATH-APP combination does not affect significantly the mechanical properties, however, EG together with ATH resulted in a slight decrease in the strength of the composites.

Results

Consequently, highest 43 LOI value was obtained with ATH-APP (1:1) and ATH-APP-EG (5:3:2) samples. Besides, the using flame retardant fillers together did not cause an adverse effect on the mechanical properties.

Amaç

Cam elyaf takviye edilmiş polyester kompozitler taşımacılık, otomotiv, inşaat, denizcilik ve elektronik-elektronik gibi birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle insan faktörünün ön planda olduğu toplu taşıma araçları, yapı malzemeleri gibi uygulamalarda mekanik özelliklerin yanında alev geciktiriciliğin de yüksek olması gerekmektedir. Bu çalışmanın amacı Fibrosan Cam Takviyeli Polyester Sanayi ve Ticaret A.Ş. tarafından üretilen

cam elyaf takviyeli polyeester kompozit ürünlerin alev geciktiricilik özelliğinin artırılmasıdır. Hedef eklenen yeni katkılarla firmanın amaçladığı 40 ve üstü LOI değerini karşılamaktır.

Anahtar Kelimeler: Cam elyaf takviye edilmiş polyeester kompozit, alev geciktiricilik, ATH, EG, APP

Materiyal-Yöntem

Bu çalışmada, kompozitlerin üretiminde polimer matrisi olarak doymamış polyeester reçine ve takviye elemanı olarak da E-cam fiber örgüsüz kumaşlar seçilmiştir. Alüminyum hidroksit (ATH), şişen grafit (EG) ve alüminyum polifosfat (APP) alev geciktirici dolgu malzemeleri olarak kullanılmıştır.

Kompozitler el yatırma yöntemi ile üretilmişlerdir. Kumaşlara farklı kompozisyonlarda alev geciktirici dolgu malzemesi içeren polimer matris emdirilmiş ve kompozitler 60 °C'de 24 saat boyunca kürlenmeye bırakılmıştır.

Kompozitlerin alev geciktiricilik özellikleri LOI ve UL-94 testleri ile incelenmiştir. Malzemelerin kimyasal karakterizasyonu Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometresi (FTIR) ile yapılmıştır. Mekanik özellikler çekme testi ile, yüzey morfolojisi ise stereo mikroskop ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile analiz edilmiştir. Ayrıca, kompozitlerin termal özellikleri Thermogravimetrik/Diferensiyel Termal Analiz cihazı ile karakterize edilmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Alev geciktirici dolgu malzemesi olarak sadece ATH içeren kompozitin 33 LOI değerine sahip olduğu bulunmuştur. Daha yüksek LOI değerlerinin elde edilmesi için malzemeye daha yüksek konsantrasyonlarda ilave edilmesi gereken ATH, malzemenin mekanik özelliklerinde düşüşe neden olmaktadır. Bu sebeple, ATH ile birlikte EG ve/veya APP alev geciktirici dolgu malzemeleri, bileşim polimer matrisine göre sabit tutularak kullanılmıştır. Yapılan testler sonucunda, tüm ikili-alev geciktirici kompozitlerin LOI değerlerinin sadece ATH içeren tekli alev geciktirici kompozitten daha yüksek olduğu bulunmuştur. APP ve EG'nin ATH ile kombinasyonunu içeren üçlü-alev geciktirici kompozitlerin, aynı LOI değerlerine sahip oldukları ve bu formülasyonlarda APP ve EG'nin etkisinin benzer olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, şişen alev geciktiricilerin oranı ATH'ye göre arttığında, en yüksek LOI değeri 43 olarak elde edilmiştir.

Çekme testi sonuçlarında ATH-APP kombinasyonu mekanik özellikleri önemli ölçüde etkilemez iken, EG ve ATH'ın birlikte kullanıldığı kompozitlerin mukavemetinde hafif bir düşüş olduğu sonucuna varılmıştır.

Sonuçlar

Sonuç olarak, ATH-APP (1:1) ve ATH-APP-EG (5:3:2) örnekleri ile en yüksek 43 LOI değeri elde edilmiştir. Ayrıca, alev geciktirici dolgu malzemelerinin birlikte kullanılması ile de mekanik özelliklerde herhangi bir olumsuz bir etki gözlenmemiştir.

THE USE OF POLYOLEFIN BASED COMPATIBILIZERS TO ENHANCE RECYCLING CAPABILITIES IN A CIRCULAR ECONOMY.

Pere Puig and Isabel Arroyo

DOW Chemical Iberica, S.L.

In the plastics industry, combination of different materials in a single article is a common practice. In this way, specific balance of properties required for certain applications can be attained. This combination of materials can be obtained via multiple ways and technologies, (blends, co-extrusion, lamination, etc.).

Among plastics, Polyethylene (in its different categories, HDPE, MDPE, LDPE, LLDPE) is the most widely used polymer in the industry, and packaging, the most important final application.

Besides, plastics recycling, (both post-industrial and post-consumer) needs to be properly managed to take full advantage of the benefits of plastics and minimize waste. Within the different applications, plastics packaging has the highest recycling rate with approx. 40% *and represented more than 80% of the total recycled quantities.

The continuously increase on use of “Barrier” films to improve shelf life in food packaging is promoting the combination of PE with PA & EVOH polymers in multilayer films. Recycling both post-industrial and post-consumer materials is difficult due to the incompatibility of polar and non-polar polymers.

Similar phenomena is observed in the use of “Impact modifiers” for PP articles, where PE based Elastomers are blended in the PP matrix to improve properties.

In both cases, the use of compatibilizers enhances the possibilities for recycling, increasing the value of these secondary raw materials.

Examples of use of RETAIN* Compatibilizer and INTUNE* Olefin Block Copolymers are presented.

(*Europe)

NANOPARTICLE REINFORCED CHITOSAN/NA-CARBOXYMETHYL CELLULOSE POLYELECTROLYTE SCAFFOLDS FOR BONE TISSUE REGENERATION

KEMİK DOKU REJENERASYONUNA YÖNELİK NANOPARTİKÜL KATKILI KİTOSAN/SODYUM KARBOKSİMETİL SELÜLOZ POLİELEKTROLİT DOKU İSKELELERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sedef Tamburacı^a, Ceren Kimna^b and Funda Tihminlioglu^{b*}

^a*İzmir Institute of Technology, Graduate Program of Biotechnology and Bioengineering, Gülbahçe Campus, Urla, 35430, İzmir, Turkey*

^b*İzmir Institute of Technology, Department of Chemical Engineering, Gülbahçe Campus, Urla, 35430, İzmir, Turkey*

1. Aim

In recent studies, the composites consisting biopolymers and silica particles show potential in biomedical applications and silica-based nanoparticles came into prominence to induce bone tissue regeneration as an alternative to hydroxyapatite (HAP) crystals. Among synthetic silica sources, polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) are the smallest synthetic silica particles which are hybrid structures composed of inorganic part (silicon/oxygen cage) and organic part (hydrocarbon functional groups) which allows stronger interfaces with polymer matrix. Therefore, the main objective of this study is to develop POSS incorporated chitosan/Na-carboxymethyl cellulose porous scaffolds for bone tissue engineering applications and to determine the effect of POSS on the physical, mechanical and biological characteristics of the polymer. In addition, it is aimed to compare the effect of POSS nanoparticles with the most used synthetic HAP nanoparticles as reinforcement agents.

2. Materials & Methods

2.1. Preparation of Nanoparticle Incorporated Polyelectrolyte Complex Scaffolds

The scaffolds were prepared with freeze-drying technique to obtain a microporous structure required for vascularization. HAP and POSS nanoparticles were dried at 80°C for 24h in to remove the moisture and prevent the agglomeration and prepared at same concentrations. LMW chitosan and Na-CMC aqueous solutions were prepared at equal concentrations, separately. Polymer solutions and inorganic aqueous dispersions were mixed under vigorous stirring. Finally, 1% v/v acetic acid was added dropwise to the solution. The homogeneous mixtures were moulded and prefrozen at -20°C for 24h. Finally, mixtures were lyophilized at -46°C.

2.2. Characterization of Scaffolds

Composite scaffolds were analyzed with SEM to observe the surface morphology and average pore size. The open porosity of the composite scaffolds was determined with the liquid displacement method. The mechanical strength of dry scaffolds was measured by compression test according to the ASTM-D 5024-95a. Swelling test was performed to obtain water uptake capacity of scaffolds. Degradation study was performed in enzymatic solution to mimic the body environment.

2.3. *In vitro* Studies

MG-63 osteosarcoma cell line was used as osteoblast model. *In vitro* cytotoxicity assay was performed with the indirect extraction (ISO-10993). Cell proliferation on scaffolds was determined by using Resazurin Cell Viability kit. ALP activity was determined to observe the effect of POSS nanoparticles on osteoblast differentiation at the early stage of bone regeneration. von Kossa and Alizarin Red S staining protocols were performed to observe the calcium-phosphate depositions indicating bone mineralization.

3. Preliminary Results

In this study, CS/Na-CMC scaffolds to have convenient pore sizes required for vascularization and cell attachment (Hutmacher, et al., 2007). Maximum pore sizes were observed on HAP incorporated scaffolds as $307 \pm 30 \mu\text{m}$ and incorporation of POSS nanocages decreased the pore size to 190nm. The microstructure of CS/Na-CMC scaffolds showed large pores with thick pore wall structure inducing high surface area for cell attachment. The porosity of the scaffolds was found as 61-70% which was found to be appropriate for cell migration and nutrient supply in the trabecular bone having a porosity range between 50-90% (Costa-Pinto, Reis, & Neves, 2011). Synthetic POSS particles increased the mechanical strength by reinforcing the structure of CS/Na-CMC scaffold. POSS incorporation increased the swelling ratio of the composite scaffolds due to its hydrophilic nature. Nanoparticle reinforced groups performed higher degradation rate compared to control group. The weight loss % of silica incorporated scaffolds slightly increased at the 21day of incubation due to the possible dissolution of silica particles from the scaffold surface. POSS composite scaffolds degraded slowly compared to the HAP composite scaffolds. *In vitro* cytotoxicity results indicated that POSS reinforced scaffolds did not show any cytotoxic effect on MG-63 cell line. ALP activity on POSS composite scaffolds was found to be higher than HAP incorporated scaffolds. Besides, POSS incorporation enhanced the biomineralization on scaffold surface which is an important step for bone regeneration.

1. Amaç

Son dönemde yapılan çalışmalarda biyopolimer-silika kompozitlerinin biyomedikal uygulamalarda kullanımı ön plana çıkmıştır. Ayrıca, silika nanopartiküllerinin kemik doku rejenerasyonunda hidroksiapatit (HAP) kristallerine alternatif olarak kullanımı potansiyel olarak görülmektedir. Polihedral oligomeric silseskioksanlar (POSS), sentetik olarak üretilen en küçük boyutlu silika kafes yapılarıdır. İnorganik (silicon/oksijen kafes yapı) ve organik (hidrokarbon fonksiyonel gruplar) kısımları ile sahip olduğu hibrit yapı, polimer matrisine dayanıklı bir arayüz sağlar. Bu nedenle, yapılan çalışmada kemik doku mühendisliği uygulamalarına yönelik POSS katkılı kitosan/sodium karboksimetil selüloz gözenekli doku iskelelerinin üretilmesi amaçlanmıştır. Üretilen doku iskelelerinde POSS katkısının fiziksel, mekanik ve biyolojik etkileri incelenmiştir. Ayrıca, POSS nanopartiküllerinin doku iskelesine olan etkisi, güçlendirici ajan olarak sıklıkla kullanılan HAP nanopartikülleri ile kıyaslanmıştır.

2. Materyal-Yöntem

2.1. Nanopartikül katkılı polielektrolit kompleks doku iskelelerinin hazırlanması

Vaskülarizasyon için gerekli olan mikroporoz yapılu doku iskeleleri dondurarak kurutma yöntemi ile üretilmiştir. HAP ve POSS nanopartikülleri aglomerasyon ve nemi önlemek için 80°C'de 24 saat boyunca kurutulup aynı konsantrasyonda hazırlanmıştır. Düşük molekül ağırlıklı kitosan ve Na-karboksimetil selüloz sulu çözeltileri aynı konsantrasyonda ayrı ayrı hazırlanıp inorganik dispersiyon çözeltisi ile karıştırılmıştır. Son olarak, %1 v/v asetik asit çözeltisi damlatılarak polimerik çözeltiye eklenmiştir. Homojen karışım kalıplara dökülerek -20°C'de 24 saat boyunca dondurulmuştur. Son olarak, karışımlar -46°C'de liofilize edilmiştir.

2.2. Doku iskelelerinin karakterizasyonu

Kompozit doku iskelelerinin yüzey morfolojisi ve gözenek çapları SEM analizi ile belirlenmiştir. Malzemelerin gözeneklilik yüzdeleri sıvı yerdeğişimi yöntemi ile hesaplanmıştır. Mekanik dayanım ASTM-D 5024-95a standardına göre basma testi ile yapılmıştır. Şişme testi ile malzemelerin su absorpsiyon kapasitesi belirlenmiştir. Biyobozunum çalışmaları enzimatik çözelti içinde yapılmıştır.

2.3. *In vitro* çalışmalar

Osteosarkom MG-63 model hücre hattı olarak kullanılmıştır. Malzemelerin *in vitro* sitotoksisite özellikleri indirekt ekstraksiyon yöntemi (ISO-10993) ile belirlenmiştir. Doku iskelesi üzerinde hücre proliferasyonu Resazurin hücre canlılık kiti ile ölçülmüştür. Erken dönem osteoblast farklılaşma göstergesi olan ALP enzim aktivitesi ALP Enzyline Optimise kitiyle

belirlenmiştir. Von Kossa ve Alizarin Red S boyalamaları ile malzeme üzerinde biyomineralizasyonu gösteren kalsiyum-fosfat birikimi incelenmiştir.

3. Ön değerlendirmeler

Bu çalışmada üretilen kitosan/sodium karboksimetil selüloz kompozit doku iskelelerinin hücre tutunumu ve vaskülarizasyon için uygun gözenek çapına sahip olduğu gözlemlenmiştir (Hutmacher, et al., 2007). HAP katkılı doku iskelelerinde $307 \pm 30 \mu\text{m}$ olarak belirlenen gözenek çapları, POSS nanokafes katkısı ile 190 nm olarak bulunmuştur. Geniş gözenek ve kalın duvarlara sahip olan doku iskeleleri, hücre tutunumu için geniş yüzey alanı sağlamaktadır. Malzemelerin gözeneklilik değerleri (% 61-70), %50-90 gözenekliliğe sahip olan trabeküler kemikte hücre tutunumu ve nutrient iletimi için uygun değerdedir (Costa-Pinto et al., 2011). Sentetik POSS partikülleri, doku iskelelerinin mekanik dayanımını artırmıştır. Ayrıca, hidrofilik özellikteki POSS katkısı, malzemelerin su tutma kapasitesinde artışa neden olmuştur. Doku iskelelerinin % ağırlık kaybı, 21 gün inkübasyonda silika partiküllerinin yüzeyde çözünmesi ile artış göstermiştir. HAP katkılı kompozit malzemeler daha hızlı biyobozunum davranışı göstermiştir. *In vitro* sitotoksikite sonuçlarına göre POSS katkılı doku iskeleleri MG-63 hücre hattı üzerinde sitotoksik etki göstermemektedir. POSS katkılı malzemeler, HAP katkısı ile kıyaslandığında daha yüksek ALP aktivitesi göstermiştir. Ayrıca, POSS katkısı doku iskelesi üzerinde kemik rejenerasyonunda önemli bir basamak olan biyomineralizasyonu belirgin bir şekilde artırmıştır.

REFERANSLAR

- Costa-Pinto, A. R., Reis, R. L., & Neves, N. M. (2011). Scaffolds based bone tissue engineering: the role of chitosan. *Tissue Engineering Part B: Reviews*, 17(5), 331-347.
- Hutmacher, D. W., Schantz, J. T., Lam, C. X. F., Tan, K. C., & Lim, T. C. (2007). State of the art and future directions of scaffold-based bone engineering from a biomaterials perspective. *Journal of tissue engineering and regenerative medicine*, 1(4), 245-260.

RECOVERY OF GLASS FIBER REINFORCED POLYMERS (GFRP)

CAM ELYAF TAKVİYELİ POLYESTER (CTP) ATIKLARININ GERİ KAZANIMI

Sibel Yıldız¹, Selen Gül Güzelis¹, Bağdagül Karaağaç^{2,*}

¹ Polin Waterparks, Turkey, sibel.yildiz@polin.com.tr,
selen.guzelis@polin.com.tr

² Department of Chemical Engineering, Kocaeli University, Turkey,
bagdagul.karaagac@kocaeli.edu.tr

1. Aim

By the production process of glass fiber reinforced polymers (GFRP), final product waste arises at different stages such as edge trimming, shaping and opening mounting hole. GFRP producers in Turkey declare 2,500 tons composite waste per year and this number increases up to 166 000 tons for overall GFRP production in the world. Although there are many waste disposal methods available for GFRP waste, the most common ones are landfilling after grinding and/or burning process and using in cement/construction sectors as a filler material. These common waste disposal methods create also an additional cost for the waste producers such that waste producer is charged for disposal of waste whether the waste consumer company makes an additional profit with using the waste or not.

Carcinogenic waste such as micro-sized carbon particles, polycyclic aromatic hydrocarbons and poisonous CO and CO₂ gas which causes global warming are released during incineration of GFRP waste. Moreover, landfilling process causes soil pollution. In Polin, 350 tons of glass fiber reinforced polyester waste (polyester: glass fiber; 70:30) was released in 2016. Polin WP aims to recycle of its own and other companies' products which are high value-added. In this study, grinded composite waste was used as filler in the production of new GFRP based product and the effects of parameters such as grain size and amount of waste on thermal, mechanical and other properties observed.

2. Material- Method

Waste materials were prepared by grinding GFRP. Samples were prepared by hand lay-up and resin transfer moulding (RTM) techniques using fresh unsaturated polyester resin containing ground waste of GFRP in 300 µm, 1 mm and 3 mm dimensions. For characterization of samples containing ground waste; three point bending, tensile strength, impact strength, shortbeam, and ash tests were performed. Moreover, to investigate the effect

of waste addition on curing profile of the polyester resin; gel time, cure time and peak temperature measurements were done.

3. Recommendation and Discussions

The samples containing higher waste ratio resulted with lower mechanical strength, as expected. This was attributed to no chemical interaction and so poor interface between physically recovered waste and fresh resin. For 3 mm waste dimension, the average decrease in tensile and flexural strength was 30%; it was recorded as 20% for impact strength. The other important effect of waste addition was higher resin viscosity, which caused more resin requirement for wetting equivalent amount of fiberglass.

Composites with waste that were produced by RTM technique showed a slight increase in mechanical strength excluding impact test relative to hand lay up process. This was attributed to flexibility loss of the material.

The future stages of this study includes mathematical modelling by using artificial neural network. Aim of the model is to identify the recovery parameters for the highest waste ratio in GFRP, which result with the most tolerable physical and mechanical properties for a wide range of product spectrum.

Key Words: Glass fiber reinforced plastics (GFRP), Unsaturated polyester, Recycle, Recovery, Artificial neural networks

1. Amaç

CTP esaslı kompozit üretiminde temel olarak, kenar kesimi, şekillendirme, montaj deliği açılması gibi aşamalarda çeşitli boyutlarda son ürün atıkları ortaya çıkmaktadır. Türkiye’de yılda yaklaşık 2500 ton, dünyada ise 166000 ton civarında CTP atık çıkmaktadır. Söz konusu atıklar genellikle boyutu küçültüldükten sonra yakılarak ardından özel sahalara gömülerek bertaraf edilmekte ya da yaygın olmamakla birlikte çimento ve inşaat gibi sektörlerde dolgu maddesi olarak kullanılmak amacıyla, ek bir maliyet karşılığında bertaraf edilmektedir. Hem ulusal, hem de uluslararası alanda atığın bertarafı ve değerlendirilmesi için uygulanan prosedürler mevcut durumda benzerlik göstermektedir.

Yakılarak bertaraf esnasında mikronize karbon partikülleri, polisiklik aromatik hidrokarbonlar (PAH), karbon monoksit gibi kanserojen olabilen atıklar ve küresel ısınmaya yol açan CO₂ gazı açığa çıkmaktadır. Gömme işlemi ise toprağın kirlenmesine sebep olmaktadır. Polin Su Parkları ve Havuz Sistemleri A.Ş.’de 2016 yılında 350 ton cam elyaf takviyeli polyester

malzeme (polyester:cam elyafı; 70:30) atığı çıkmıştır. Polin, hem kendi ürünlerini hem de sektörde üretilen yüksek katma değerli kompozitleri geri dönüştürmeyi hedeflemektedir. Bu çalışmada, atığın öğütülerek yeni üretilen CTP esaslı ürün içinde kullanıldığı durumda, tane boyutu ve atık miktarı gibi parametreler, malzeme özellikleri üzerindeki etkileri açısından sistematik olarak incelenmiştir.

2. Materyal-Yöntem

Atık malzeme, üretim hurdalarının doğrudan öğütülmesi ile hazırlanmıştır. Test örnekleri, 300 µm, 1 mm ve 3 mm boyutlarındaki öğütülmüş atığın, taze polyester reçine içerisine eklenerek el yatırması ve reçine transfer kalıplama yöntemleri ile hazırlanmıştır. Öğütülmüş atık içeren numunelerin karakterizasyonu için çekme, üç nokta eğme, darbe, kısa kiriş dayanımı ve kül fırınında yakma testleri yapılmıştır. Bununla birlikte, atık ilavesinin reçine kür profiline etkisini incelemek için jel ve kür süreleri ile pik kür sıcaklığı ölçümü yapılmıştır.

3. Ön Değerlendirmeler

Artan atık miktarı ile, malzeme mekanik dayanımında beklendiği şekilde kısmi düşüşler gözlenmiştir. Bu durum, CTP atığının sadece fiziksel olarak geri kazanımı sonucunda, taze polyester reçine ile kimyasal olarak ilgisi bulunmadığından dolayı atık-matris arayüzeyinin zayıf olması ile açıklanabilir. 3 mm atık kullanımında çekme ve eğme dayanımlarında ortalama %30, darbe dayanımında ise ortalama %20'lik bir düşüş gözlenmiştir. Bununla birlikte, kullanılan atık boyutunun artışıyla genel olarak mekanik özelliklerde kayıp meydana gelmiştir. Atık ilavesinin bir başka önemli etkisi de matris viskozitesinin artması sonucu aynı orandaki elyafın ıslantılabilmesinde daha yüksek miktarda reçine gereksinimidir.

RTM tekniği ile hazırlanan karmaların mekanik dayanımı incelendiğinde, el yatırması ile hazırlanan karmalara kıyasla, atık kullanımı ile birlikte darbe dayanımı hariç mekanik dayanımda bir miktar iyileşme gözlenmiştir. Darbe dayanımındaki düşüşün, atık kullanımı ile malzemenin esnekliğinin azalmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Çalışmanın devamında yapay sinir ağları ile modelleme yapılarak tolere edilebilir fiziksel ve mekanik özelliklere sahip, en yüksek atık içerecek CTP bileşimi belirlenecektir. Atık içeren ürünlere ait geniş bir kullanım alanı aralığı hazırlanacak, alternatif ürün spektleri tanımlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: Cam elyaf takviyeli plastik (CTP), Doymamış polyester, Geri dönüşüm, Geri kazanım, Yapay sinir ağları

DEVELOPMENT OF GLASS FİBER ROVING FOR WEAVING APPLICATION

DOKUMAYA UYGUN CAM ELYAFI FİTİLİNİN GELİŞTİRİLMESİ
SULTAN TELLİ, Dr. AREF CEVAHİR, Dr. VEDAT SEDİROĞLU,
ÇAĞDAŞ KADAKAL

Atmospheric Coating Technologies Management, Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş.
Science & Technology Center
Cumhuriyet Mah. Şişecam Yolu Sokak, No.2 41400 Gebze –Kocaeli Turkey
E-mail address: stellli@sisecam.com

Phone: +90-850-2060469

Abstract:

Composite materials that contain glass fiber textile find broad use in boat, pipe, aerospace and automotive industries. Such textiles are increasingly used in the manufacturing of wind turbine blades.

Glass fiber rovings are used for the production of biaxial ($\pm 45^\circ$, $0^\circ/90^\circ$), triaxial ($0^\circ/\pm 45^\circ$, $-45^\circ/90^\circ/+45^\circ$) and quadriaxial ($0^\circ/-45^\circ/90^\circ/+45^\circ$) textiles. Fiber rovings are expected to be compatible with different resins such as unsaturated polyesters, vinyl esters or epoxies. Therefore different chemicals are frequently deployed to enhance the chemical compatibility between the glass fiber and the matrix. During the manufacture of a glass fiber roving, a mixture of chemicals are applied to the fiber; a process stage termed sizing. The sizing improves the integrity of the glass fiber strands (film former), lubricity among strands (lubricating agent) and bond formation between matrix and glass fiber (coupling agent). Sizing also prevents the oxidation of the film former (antioxidants) and inhibits the formation of electrostatic charge build-up (antistatic agents).

In this study, a comprehensive outline of the development process of a new glass fiber roving will be presented. The underlying experimental design was based on a target set of physical properties that define the direct roving. The potential use of various film formers, lubricating agents, coupling agents, antioxidants and antistatic agents that were selected based on the target specifications. It will be also reported the experimental trials that were carried out to evaluate different combinations of sizing ingredients and to elaborate on the tests of manufactured trial products and compare the results against target roving specifications. Additionally, mechanical property test results of samples made with different are discussed.

Final discussion dwells on the trials made by a textile manufacturer that were carried out with direct roving samples to assess their processability. To check the final properties of textile samples, composites with different matrices were made and their mechanical properties were determined. The talk by presenting a comparative analysis of mechanical properties of the new roving and other commercially available rovings will be concluded.

Keywords: E-Glass, glass fiber, multiaxial weaving, single end roving, direct roving

Özet

Cam elyafı dokumalardan yapılan kompozitler tekne ve gemi yapımında, uçak ve otomotiv sanayinde ve özellikle rüzgar türbinlerinde kullanılmaktadır. Ülkemizde rüzgar enerjisi açısından büyük bir potansiyel mevcuttur. Önümüzdeki yıllarda yapılacak yatırımlar düşünüldüğünde bu ürünün önemi daha da ortaya çıkmaktadır.

Dokumaların yapımında cam elyafı direkt sarma fitilleri kullanılır ve biaksiyel ($\pm 45^\circ$, $0^\circ/90^\circ$), triaksiyel ($0^\circ/\pm 45^\circ$, $-45^\circ/90^\circ/+45^\circ$) ve quadriaksiyel ($0^\circ/-45^\circ/90^\circ/+45^\circ$) şekillerde dokunur. Dokuma üretiminde kullanılan fitillerin, doymamış polyester, vinil ester veya epoksi reçine gibi farklı matrikslerde uyumlu olması gerekmektedir. Bu amaçla, dokumaya uygun cam elyafı fitillerinin geliştirilmesi için bu uyumu yaratacak çeşitli kimyasallar kullanılır. Direkt sarma fitillerin üretimi esnasında elyaf üzerine uygulanan bu kimyasalların karışımına bağlayıcı adı verilir. Bağlayıcı elyaf demetlerine bütünlük (film yapıcı), kayganlık (lubrikant) verirken, matriks ile bağ kurmasını (bağlayıcı ajan) sağlar. Ayrıca, bağlayıcı oksitlenmeye karşı direnç sağlamakta (antioksidan ajan) ve statik elektrisite oluşumunun engellenmesine (antistatik ajan) katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada yeni bir cam elyafı dokuması gelişim prosesinin kapsamlı özeti sunulmaktadır. Deneysel tasarım, direkt sarma fitilinin hedef alınan fiziksel özelliklerine dayandırılmıştır. Hedef spesifikasyona göre seçilmiş film oluşturunucular, kayganlaştırıcı ajanlar, bağlayıcı ajanlar, antioksidanlar ve antistatik ajanların potansiyel kullanımları tartışılmıştır. Ayrıca değişik kombinasyonlara da yayarak deneysel çalışmalar rapor edilmiş, deneme üretimlerinin test sonuçları ile hedef ürün spesifikasyonları karşılaştırılmıştır. Ayrıca deneme fitilinden farklı matriksler ile kompozit yapılarak, mekanik özelliklerin karşılaştırılması yapılmıştır.

Son değerlendirme, dokuma üreticisi tarafından yapılan ve direkt sarma fitilinin üretilebilirliğini ölçen denemeler üzerinden devam etmektedir. Bu denemelerin ve diğer fitillerden dokumaların mekanik özelliklerinin karşılaştırmalı analizleri yapılmıştır. Dokuma numunelerinin son

özelliklerini kontrol etmek için değişik matrikslerden kompozitler yapılmış, deneme dokumalarının mekanik özellikleri kontrol edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: E-camı, çokeksenli dokuma, teküçlü ftil

DEVELOPMENT OF FLAMMABILITY AND MECHANICAL PROPERTIES OF NEW EPOXY COMPOSITES USING RED MUD WASTE WITH FLAME RETARDANT COMPOUNDS

ALEV GECİKTİRİCİ BİLEŞİKLER İLE ATIK KIRMIZI ÇAMUR KULLANILARAK YENİ EPOKSİ KOMPOZİTLERİN YANMA VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Sefa Kusakli, Suheyly Kocaman, Abdullah Ayhan Ceyhan, Gulnare Ahmetli

Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Selcuk University, Campus, 42035 Konya, Turkey

sefakusakli@gmail.com

suheyly@selcuk.edu.tr

Ceyhan@selcuk.edu.tr

ahmetli@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

Aim

Most of polymers are flammable due to large quantities of combustible elements such as hydrogen. Hence, with or without bisphenol-A, epoxy resins were found to be combustible and that they burn out completely on application of a flame. In this study, red mud waste (RMW) and aluminum hydroxide (AH)-ammonium tetrafluoroborate (AFB) were used as filler and flame retardants for the first time together to prepare epoxy composite materials with enhanced flammability properties.

Material-method

Commercially available diluted epoxy resin NPEK 114 called as ER, (Konuray Chemical Co.) was the bisphenol A-type epoxy resin and used as matrix. The epoxy embedding medium accelerator is a 2,4,6-tris(dimethylaminomethyl)phenol (Sigma-Aldrich). Polypox hardener 043 (Sigma-Aldrich) was used as a hardener. Aluminum hydroxide (AH) and red mud waste (RMW) are supplied by the Eti Mine Enterprises. Alfa Aesar brand ammonium tetrafluoroborate (AFB) was used as filler and retardants. Red mud is a waste material produced during the production of bauxite alumina by Bayer process. It is used for aluminum production. The

characteristic fine grains of red mud are used as additives in concrete and mortar. In this study, red mud with a pH value of 13.5 was used.

The filler (AFB/RMW/AH) (particle size < 53 µm) with various wt% and epoxy matrix were mixed with mechanical stirring (stirring rate of 2000 rpm) for 3 h and ultrasounded for 1 h at 60 °C in order to obtain a good dispersion. Afterwards, the curing agent at 30 wt% and epoxy accelerator (1 wt%) were added, and the mixture was degassed for 60 min at room temperature and then transferred into the mold. Samples were prepared in stainless-steel molds according to ASTM D 638 standard. The molds were allowed to stand at room temperature until the air bubbles on the samples had completely disappeared, then cured for 1 day at 40 °C and 2 days at 80 °C. The molds were expected to cool and the composites were removed from the molds.

Discussion and recommendations

The wt% of RMW, AFB and AH in composites varied in the range of 15-20%, 5-20% and 5-10%, respectively. The combustion properties of the neat epoxy as well as the mechanical properties have been improved significantly. The appropriate ratio of RMW:AFB:AH both in terms of combustion and mechanical properties was found to be 15 wt% : 10 wt% : 5 wt%. The tensile strength of composite in this ratio was obtained as 112 MPa while neat epoxy show 46 MPa. The composite burn out decreased in the first 10 seconds, and extinguished in 32 seconds. Moreover, the burned area of this composite at the first 10 seconds is smallest among the others. According to flame spread classification, materials with flame spread rating of 25-50 are considered as fire retardant, 50-75 are slow-burning, 75-200 are combustible and over 200 are highly combustible. The burning test results show that AH-AFB blend is effective free halogen flame retardant for epoxy-based materials, which can be successfully evaluated with the advantages mentioned in many industrial fields such as construction, coating, flooring etc.

Keywords: Epoxy resin, flame retardant, composite

ÖZET

Amaç

Polimerlerin çoğu, hidrojen gibi yanıcı elementlerin büyük miktarlarını içerdikleri için yanıcıdır. Bundan dolayı, epoksi reçinelerin yanıcı olduğu ve yanma testlerinde tamamen yanmış olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada, ilk kez alev geciktirici özelliğine sahip epoksi kompozit malzemeler

hazırlamak için kırmızı çamur atığı (KÇA) ile birlikte alüminyum hidroksit (AH) -amonyum tetrafluoroborat (AFB) dolgu maddesi ve alev geciktirici olarak kullanılmıştır.

Materyal-yöntem

Bu çalışmada matris olarak Konuray Kimya San. ve Tic. Ltd. Şti. tarafından temin edilen NPEK 114 kodlu bisfenol-A tipi epoksi reçine kullanılmıştır. Epoksi matris hızlandırıcısı, 2,4,6-tri (dimetilaminometil) fenol (Sigma-Aldrich) dur. Sertleştirici olarak Polipox 043 (Sigma-Aldrich) kullanılmıştır. Alüminyum hidroksit (AH) ve kırmızı çamur atığı (KÇA) Eti Maden İşletmeleri A.Ş. tarafından tedarik edilmiştir. Kırmızı çamur, Bayer prosesi ile boksitten alümina üretimi esnasında oluşan bir atık maddedir. Alüminyum üretimi için kullanılır. Kırmızı çamurun karakteristik ince taneleri, betonda ve harçta katkı maddesi olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada pH değeri 13.5 olan kırmızı çamur kullanılmıştır.

Dolgu ve alev geciktirici olarak ise Alfa Aesar marka amonyum tetrafluoroborat (AFB) kullanılmıştır.

Epoksi reçine matrisine çeşitli oranlarda dolgu maddesi (AFB/KÇA/AH) (partikül boyutu <53 µm) ilave edilerek 3 saat mekanik olarak karıştırılmış (2000 devir / dak karıştırma hızı) ve iyi bir dağılım elde etmek için 60 °C'da 1 saat boyunca ultrasonik banyoda bekletilmiştir. Daha sonra epoksi kütesinin % 30'u kadar kürleme ajanı ve % 1'i kadar hızlandırıcı ilave edilmiş, oda sıcaklığında 60 dakika boyunca hava kabarcıkları giderilip, ASTM D 638 (Plastiklerin Çekme Testi Ölçümleri için Standart Test Metodları) standartlarına uygun olarak hazırlanan kalıplara dökülmüştür. Kalıplanan kompozit numuneleri üzerindeki hava kabarcıkları tamamen yok oluncaya kadar oda sıcaklığında bekletilmiş, daha sonra etüvde 40°C'da 1 gün; 80°C'da 2 gün bekletilerek kürleşmeleri sağlanmıştır. Ardından kalıpların soğuması beklenmiş ve kompozit numuneleri kalıplardan çıkartılmıştır.

Ön değerlendirmeler

Kompozitlerde; KÇA, AFB ve AH sırasıyla ağırlıkça % 15-20, % 5-20 ve % 5-10 aralığında kullanılmıştır. Saf epoksi matrisinin yanma özellikleri ve mekanik özellikleri önemli ölçüde geliştirilmiştir. Yanma ve mekanik özellikler açısından KÇA, AFB ve AH karışımının en uygun oranı sırasıyla ağırlıkça % 15, % 10 ve % 5 olarak belirlenmiştir. Bu oranda hazırlanan kompozitin çekme mukavemeti 112 MPa iken saf epoksi matrisin çekme mukavemeti 46 MPa olarak ölçülmüştür.

Bu kompozitin yanması ilk 10 saniyede azalmış ve 32 saniye içinde tamamen sönmüştür. Dahası, ilk 10 saniye içindeki yanmış alanı diğer kompozitlerden daha azdır. Yanma sınıflandırmasına göre, alev yayılma hızı 20-50 s olan materyaller aleve dayanıklı, 50-75 s olanlar düşük yanma özellikli, 75-200 s olanlar ise yanıcıdır. Yanma test sonuçları, AH-AFB karışımının; inşaat, kaplama, döşeme vs. gibi birçok endüstriyel alanda belirtilen avantajlarla başarılı bir şekilde değerlendirilebilen, epoksi esaslı malzemeler için etkili serbest halojen alev geciktirici olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Epoksi reçine, alev geciktirici, kompozit

RESEARCH AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT AT ŞİŞECAM GROUP

ŞİŞECAM'DA ARAŞTIRMA VE TEKNOLOJİK GELİŞTİRME

Dr. Vedat Sediroğlu

*Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları A.Ş. Science & Technology Center
Cumhuriyet Mah. Şişecam Yolu Sokak, No.2 41400 Gebze –Kocaeli Turkey*

E-mail address: vsediroglu@sisecam.com

Phone: +90-850-2060462, Fax: +90-262-6782463

Abstract

Şişecam was founded in 1935 to meet the glass product requirement of the country. Starting from the 1960s, the Group has embarked on a vigorous and ambitious entry into global markets along its mission “our market is the world”. Since the 1970s, the group has diversified its operations in an era of rapid growth. Today Şişecam is in a leading position in its fields of business, encompassing all the key areas of glass-making (i.e. flat glass, glassware, glass packaging and glass fiber), soda ash and chromium chemicals.

Having built the first and only “Glass Research Center” in Turkey, one of the few in Europe, the Şişecam Group is bringing together Research and Technological Developments (R&TD) activities under the roof of the “Şişecam Science and Technology Center”.

R&TD activities are carried out under three inter-coordinated shells. The first shell comprises cost and technology optimization relative to Şişecam's existing products and production technologies; the second shell comprises research carried out in those areas close to Şişecam's

own products and production technologies; and the third shell comprises R&TD research into products and production technologies falling within the scope of Şişecam's future “transformation areas” in line with the road map of the international glass industry.

[Keywords] research, technology, glass , composite, glass fiber

Özet

Şişecam Grubu, ana faaliyet alanları cam ve kimyasal üretimi olan bir sanayii grubudur. Şişecam, ulaştığı ölçek, uzmanlaşma seviyesi ve güçlü rekabet faaliyetleri ile dünyanın öne çıkan cam üreticileri arasında kabul edilmektedir. Şişecam 1935 yılında ülkenin cam gereksinimini karşılamak amacıyla kurulmuştur. 1960'lı yıllardan başlayarak, “pazarımız dünyadır” misyonu ile Grup küresel pazara güçlü ve iddialı bir girişle atılmıştır. 1970'lerden bu yana, etkinliklerini hızla gelişen bir dönem içinde çeşitlendirmiştir. Bugün Şişecam, ticari cam üretimini kapsayan tüm kilit alanlar (düzcam, züccaciye, cam ambalaj ve cam elyaf), soda ve krom kimyasalları alanlarında lider konumdadır.

Avrupa'nın birkaçı arasında yer alan, Türkiye'de ilk ve tek olan Cam Araştırma Merkezini kuran Şişecam Topluluğu, Araştırma ve Teknolojik Geliştirme (ArTeGe) faaliyetlerini Şişecam Bilim ve Teknoloji Merkezi çatısı altında toplamaktadır.

ArTeGe faaliyetleri birbirleri ile koordine olan 3 kabuk altında yürütülmektedir. İlk kabuk; Şişecam'ın mevcut ürün ve üretim teknolojileri ile ilgili maliyet ve teknolojik iyileştirmesini içerir; İkinci kabuk Şişecam'ın kendi ürünlerine ve üretim teknolojilerine yakın olan alanlarda yürütülen araştırmaları, ve üçüncü kabuk Şişecam'ın geleceği kapsamına giren ürün ve üretim

teknolojilerinin uluslararası cam endüstrisinin “dönüşüm alanlarındaki” yol haritası ile ArTeGe araştırmasını içerir.

[Anahtar Kelimeler] araştırma, teknoloji, cam, kompozit, cam elyaf

RENEWABLE ENERGY

YENİLENEBİLİR ENERJİ

TRANSLUCENT (LIGHT TRANSMITTING) CONCRETE FOR ENERGY EFFICIENCY

ENERJİ VERİMLİLİĞİ İÇİN SAYDAM (IŞIK GEÇİREN) BETONLAR

Tayfun UYGUNOĞLU*, İlker Bekir TOPÇU**, Emriye ÇINAR***

* Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Afyonkarahisar, uygunoglu@aku.edu.tr

** Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Eskişehir, ilkerbt@ogu.edu.tr

*** Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Afyonkarahisar, emriyecnar@aku.edu.tr

Aim: Transparent concrete also called as translucent concrete or light transmitting concrete is achieved by replacing aggregates with transparent alternate materials. In the production of transparent concrete polymer based optical fibers are used as light transmitting. Transparent concrete is manufactured by using combination of fiber optics and fine concrete. These fibers blend into the concrete like any other aggregates. These optical fibers can transmit light from natural and artificial sources into spaces enclosed by the translucent concrete panels. The main advantage of transparent concrete is that it can transmit light. There, it can be used to make green buildings. Since it can transmit light from natural as well as artificial sources, the building can have fewer lights to meet its demand for lighting. Thus saving huge energy cost. Transparent concrete uses sunlight as source of light instead of electrical energy and reduces power consumption. This concrete can also be used cold countries to transmit heat with sunlight.

Material-method: In these study properties of translucent concrete, application fields, light transmission properties of optical fibers are discussed. Absorption, transmission, mechanism of transmission, losses in transmission on translucent concrete focused on this research. Also shown strength, and the materials used rates are given information.

Pre-evaluations: As a result, by use of the transparent concrete in structures, to take advantage of the sun as a light source in the structures, lighting power consumption will be reduced, and also it was observed that it adds aesthetic to structure in terms of architecture.

Keywords: Transparent concrete, optical fiber, structural properties.

Amaç: Şeffaf beton veya ışık ileten beton olarak da bilinen saydam beton, agregaların saydam alternatif malzemelerle değiştirilmesi ile elde edilir. Saydam beton üretiminde ışık geçiren malzeme olarak polimer esaslı optik elyaflar kullanılır. Şeffaf beton, fiber optik ve ince beton kombinasyonu kullanılarak üretilmektedir. Bu lifler diğer agregalar gibi betona karışırlar. Bu optik fiberler, doğal ve yapay kaynaklardan alınan ışığı saydam beton paneller tarafından çevrelenen alanlara iletebilir. Saydam betonun en önemli avantajı, ışığı iletebilmesidir. Bu özeliği ile yeşil binalar yapmak için kullanılabilir. Doğal ve yapay kaynaklardan alınan ışığı iletebildiğinden binanın aydınlatma talebini karşılamak için daha az ışığa ihtiyaç duyulur. Böylece büyük enerji maliyetinden tasarruf sağlanır. Saydam beton, güneş ışığını elektrik enerjisi yerine ışık kaynağı olarak kullanır ve güç tüketimini azaltır. Bu beton tipi aynı zamanda güneş ışığından elde edilecek ısıyı iletmek için soğuk ülkelerde de kullanılabilir. Bu çalışmada, saydam betonun tasarımı, mekanik özellikleri, içeriğindeki optik fiberlerin ışığı geçirme özellikleri ve kullanım alanları tartışılmıştır.

Materyal-metot: Saydam betonun ışığı emme, iletme, iletimdeki mekanizma ve kayıplar üzerindeki araştırmalar üzerinde durulup, gösterdiği dayanım, kullanılan malzemeler ve oranları hakkında bilgi verilmiştir.

Ön değerlendirmeler: Sonuç olarak, saydam betonların yapılarda kullanımıyla, ışık kaynağı olarak güneşten yararlanmak suretiyle yapılardaki aydınlatma güç tüketimini azaltacağı, ayrıca yapıya mimari açıdan da estetik katacağı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: saydam beton, optik fiber, yapısal özellik.

DEVELOPMENT OF A TOUGHENED AEROSPACE GRADE EPOXY RESIN SYSTEM. FROM MOLECULAR STRUCTURE OF REACTIVE COMPONENTS TO THE FINAL CURED PART PROPERTIES

HAVACILIK SEKTÖRÜNE UYGUN, MEKANİK OLARAK GÜÇLENDİRİLMİŞ EPOKSI BAZLI RECİNE SİSTEMİNİN GELİSTİRİLMESİ. REAKTİFLERİN MOLEKÜLER YAPISININ EPOKSI ÖZELLİKLERİNE ETKİLERİ

Gökhan Bakis¹, Alper Aksit¹, Rico Zeiler¹, Corinna Fischer¹, Markus Häublein¹, Volker Altstadt¹

University of Bayreuth, Department of Polymer Engineering

Universitätsstraße 30, FAN-A, 95447, Bayreuth, Germany

goekhan.bakis@uni-bayreuth.de

Keywords: epoxy resin, cure kinetics, prepregs, aerospace grade thermosets

ABSTRACT

Fiber reinforced polymer composites have been increasingly used in various fields by mostly civil and military aircraft, automotive and wind energy industries due to their high specific stiffness and strength resulting in a reasonable lightweight part construction. Above all, thermoset based (mostly epoxy) prepregs are highly attractive for the mentioned industries since very high fiber-volume content resulting a very high mechanical performance is reachable. Especially for aerospace industry, resin systems having high thermo-mechanical and mechanical performance under dry and hot-wet conditions are desired.

By choosing epoxy resins and hardeners with different molecular structures result mostly in a very different curing behaviour with final thermal and mechanical properties of the cured part. As it is known in the literature, by choosing the epoxy resins with high functionality and cycloaliphatic or cyclic hardeners, it is possible to achieve very high network densities resulting mostly in high thermal and hot-wet mechanical performance of the cured part. Consequently, it is crucial to develop an understanding about the nature of the reacting molecules with the final thermal, thermo-mechanical and mechanical properties of the cured system.

AIMS

The main aim of the project is to develop a toughened aerospace grade resin system with a high glass transition temperature, low water absorption and high hot-wet properties. Finally, the developed resin system would be tested further for its processing as a prepreg material.

MATERIALS AND PROCESSES

First of all, epoxy resins with different molecular structures, diglycidylether of Bisphenol-A (DGEBA), tri-functional tris-(hydroxyphenyl) methane based epoxy and tetraglycidyl methylene dianiline (TGMDA) were chosen, blended and cured stoichiometrically with a latent hardener. Depending on the viscosity of uncured resin and the T_g of the cured resin, the best blend system was chosen for further experiments. The above mentioned blend system showed a T_g of 220 °C (G^I , onset) with an excellent processability for prepregging, however a very brittle nature due to its high cross-linking density. Therefore, polyethersulfone (PES), core-shell and a tri-block copolymer of PMMA-b-PBA-b-PMMA was further mixed in the resin at 5 wt% to toughen the resin system further.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Although very high network densities (T_g over 270 °C, G^I -onset) was achieved by using tri-functional tris-(hydroxyphenyl) methane based epoxy resin blended together with 2 and 4 functional resins, due to a major increment of viscosity, this resin was not preferred in the final formulation. Consequently, the a blend of DGEBA and TGMDA blend cured with 4,4'-DDS showed the best combination of thermo-mechanical (T_g of 220 °C) and rheological properties (1 Pa.s viscosity at 100 °C), therefore was chosen for further experiments. As discussed before, the addition of various organic tougheners were then investigated to increase the toughness of the brittle resin system. Addition of 5 wt% PES did not show any phase separation and lead to an increased toughness by promoting higher plastic deformation and microcrack formation. The addition of 5 wt% soluble tri-block copolymer did lead to a phase separation averagely 2 μ m tri-block copolymer superstructures leading even a further increment of the toughness by promoting high plastic deformation of the matrix. Finally, the addition of 5 wt% core-shell which is already in a spherical particulate form increased the toughness as well by promoting cavitation and plastic void growth around cavities.

ÖZET

Yüksek mukavemet ve modul özellikleri nedeni ile, fiber takviyeli polimer kompozitler sivil ve askeri havacılık, otomotiv, rüzgar enerjisi sektörleri tarafından farklı uygulama alanlarında artarak kullanılmaktadır. Ek olarak, termoset matrix prepreg malzemeleri, yüksek erisilebilir fiber miktarı ve mekanik özellikleri nedeni ile bahsi geçen uygulama ve endüstri alanları için çok değerli bir alternatiftir.

Secilen epoksi reçine ve sertleştiricilerin moleküler yapısına bağlı olarak, farklı bir kurlenme kinetiği, aynı zamanda farklı final termal ve mekanik özellikler gözlenmektedir. Literatürde de bilindiği üzere, yüksek fonksiyonel grupları olan (< 2) standart ya da multi-fonksiyonel reçinelerin uygun sertleştiriciler ile kurlenmesi halinde, cross-linking yoğunluğu ve thermal performansı (hem kuru ve hem nemli ortamlarda) çok yüksek reçine sistemlerinin geliştirilmesi mümkündür. Sonuç olarak, reaktif moleküllerin moleküler yapısı ile final termal, termo-mekanik ve mekanik özelliklerin ilişkisini anlamak, havacılık sektörü için reçine geliştirilmesi için hayati önem taşımaktadır.

AMAÇ

Projenin amacı çatlak direnci güçlendirilmiş, yüksek T_g 'ye sahip ve H_2O absorpsiyonu düşük olan, havacılık uygulamalarına uygun bir reçine sistemi geliştirmektir. Son aşamada, üretilen reçine sisteminin prepreg üretimine uygunluğu da test edilecektir.

MATERYAL VE YÖNTEM

İlk aşamada, 2 fonksiyonlu (diglycidyl ether of Bisphenol-A, DGEBA), 3 fonksiyonlu (tris-hydroxylphenyl methane, TGPAP) ve 4 fonksiyonlu (tetraglycidyl methylene dianiline) epoksi bazlı reçineler seçilmiş, belirli oranlarda karıştırılmış ve latent bir amine-bazlı sertleştirici ile kurlenmiştir. Reçinelerin viskozite ve final T_g 'lerine göre en iyi blend sistemi seçilmiştir. Final reçine sistemi $220\text{ }^{\circ}\text{C}$ T_g (G^I – onset) 'ye sahip olup, yüksek cross-linking nedeni ile düşük çatlak direnci göstermektedir. Bu yüzden, final sistem Polyether Sulfone (PES), core-shell ve PMMA-b-PBA-b-PMMA block-kopolimeri ile güçlendirilmiştir.

SONUCLAR VE DEĞERLENDİRMELER

3 fonksiyonlu Tri-functional tris-(hydroxylphenyl) methane reçinesinin blendlerde kullanılması ile çok yüksek termal özellik elde edilmesine rağmen (T_g over $270\text{ }^{\circ}\text{C}$, G^I -onset), bu reçinenin viskozite ve proseslenebilirlik üzerindeki negatif etkisi yüzünden, sadece 2 ve 4

fonksiyonlu recineler ile blendler göz önünde bulundurulmuştur. Sonuc olarak, final DGEBA-TGMDA recine karışımı (100 °C’de 1 Pa.s viskozite, 220 °C T_g) ileri deneyler için seçilmiştir. Daha önce de söz edildiği üzere, recinenin çatlak direncini arttırmak için farklı organik bazlı güçlendiriciler (tougheners) kullanılmıştır. Yalnızca 5 % PES recine bir faz-ayırımına neden olmayıp çözülmüş olarak sistem içinde kalmıştır ve recinenin plastik deformasyonunu artırarak, 20% civarında bir çatlak direnci artışı sağlamıştır. 5 % PMMA-b-PBA-b-PMMA kopolimeri 2 µm civarında faz-ayırımı oluşturmuş ve recinenin ciddi anlamda plastik deformasyona uğramasına neden olarak, çatlak direncini 20%’nin üzerinde arttırmıştır. Son olarak 5 wt% core-shell parçacıkları, malzemenin çatlak direncini kavitasyon mekanizmasına neden olarak, diğer güçlendiricilere göre daha az olarak arttırmıştır.

Anahtar kelimeler: epoksi recine, sertleşme kinetiği, prepreg, havacılık

CHARACTERIZATION ***KARAKTERİZASYON***

SCALING EFFECT ON TENSILE PROPERTIES OF CROSS-PLY GLASS NCF/EPOXY COMPOSITES

ÇAPRAZ-KATLI CAM KIVRIMSIZ ELYAF/EPOKSİ PLAKALARIN ÇEKME MUKAVEMETİ ÜZERİNDE ÖLÇEK ETKİLERİ

*Akın Atas** and Oğuzcan İnal

Mechanical Engineering Department, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

[*a.atas@balikesir.edu.tr](mailto:a.atas@balikesir.edu.tr)

Keywords: *Scale effect, non-crimp fabric, tensile strength.*

Introduction

Mechanical properties derived from laboratory scale specimens are used in real-scale designs of composite materials which may be unacceptable due to the size dependent variations of the mechanical properties. For instance, thick laminates are required to build yacht/boat hulls and wind turbine blades consisting of hundreds of layers of non-crimp fabric (NCF) reinforced layers. The permissible service loads of these composite structures are determined from small scale laboratory test data. The question is whether the mechanical properties obtained from the laboratory tests are suitable for the design of real structures. In order to answer this question, the same material system should to be tested under equal conditions with different specimen scales. It has been observed by several researchers that the strength is a function of specimen scale [1]. Therefore, direct use of standard test specimen data can lead to insufficient real-scale composite structures. In this study, specimens were manufactured at three different scales of standard test specimen dimensions [2] with stacking sequence of $[90^\circ/0^\circ]_{ns}$ in order to investigate the scale dependent experimental strength, stiffness values and damage types.

Material System, Manufacturing and Mechanical Tests

A glass quasi-unidirectional NCF textile was chosen as reinforcement material due to their widespread applications in wind turbine blades. The cross-ply composite plates were manufactured with vacuum assisted resin transfer moulding technique. After demolding process, specimens were cut into pre-determined dimensions (see Table 1) with a carbide tool. Then, $[\pm 45]_{ns}$ tabs were glued at the ends of the specimens where the machine grips hold.

In order to observe the scaling effect on the mechanical properties, the crosshead speed of the mechanical test machine was also scaled. 1 mm/min, 2 mm/min 3 mm/min and 4 mm/min crosshead speeds was

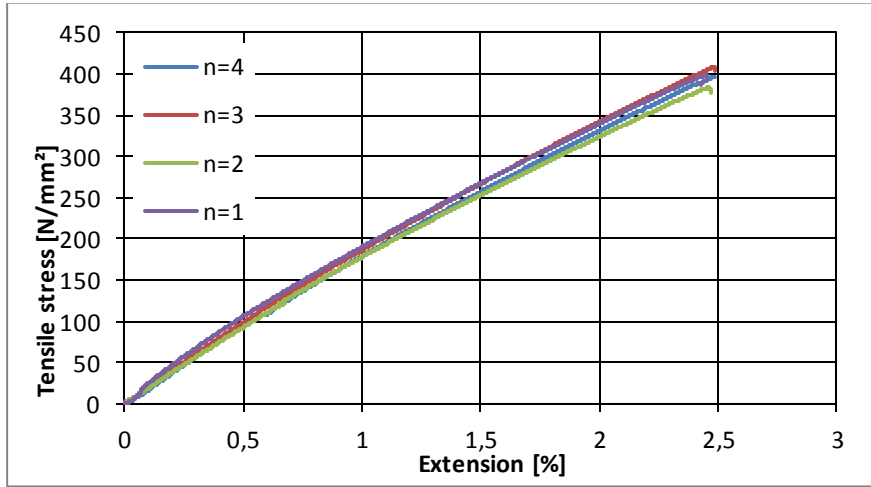
applied for the $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$ and full scale specimens, respectively. The load displacement curves were drawn with the computer integrated software of the test machine. The strain measurement was carried out with automated mechanical extensometers.

Table 1. Scales and dimensions of $[90^\circ/0^\circ]_{ns}$ stacking sequence.

Scale	n	Layer count	Length (mm)	Width (mm)	Nominal thickness (mm)
$\frac{1}{4}$	1	4	125	12.5	1.25
$\frac{1}{2}$	2	8	250	25	2.5
$\frac{3}{4}$	3	12	375	37.5	3.75
Full	4	16	500	50	5.0

Results & Conclusions

The representative stress-strain curves of all scaled specimens are shown together in Fig. 1. The deviations in the tensile strength values were very close in the cross-ply specimens. The effect of thickness scaling was negligible. In general, specimens were damaged at the grips while gauge section damage was also observed in some specimens.



Anahtar kelimeler: Ölçek etkisi, kıvrımsız elyaf, çekme mukavemeti.

Giriş

Laboratuvar ölçeğindeki numunelerden elde edilen mekanik özellikler gerçek ölçekli yapıların tasarımında kullanılmaktadır. Örneğin, yat/tekne gövdeleri ve rüzgâr türbin kanatlarında yüzlerce kat kıvrımsız elyaftan oluşan çok kalın plakalar gerekmektedir. Bu kompozit yapıların izin verilen yükleme limitleri laboratuvarda küçük ölçekli numuneler üzerinde yapılan deneylerle belirlenmektedir. Bu konudaki en önemli soru laboratuvar deneylerinden elde edilen verilerin gerçek yapılar için yeterli olup olmayacağıdır. Bu soruyu cevaplamak adına aynı malzeme sistemi farklı ölçeklerde ve eşdeğer koşullarda test edilmelidir. Mukavemetin numune ölçeklerine göre değiştiği birçok araştırmacı tarafından gözlenmiştir [1]. Benzer şekilde, standart testlerle elde edilen mekanik özellikler gerçek yapıların tasarımında yetersiz kalmaktadır. Bu çalışmada, $[90^\circ/0^\circ]_{ns}$ numuneler standart ölçülere ek olarak üç farklı ölçekte daha numune üretilecek ve standarda [2] göre test edilerek mukavemetleri, rijitlikleri, hasar tipleri incelenecektir.

Malzeme Sistemi, Üretimi ve Mekanik Deneyler

Takviye malzemesi olarak rüzgâr türbinlerinde yaygın kullanılması nedeniyle yarı-tek yönlü cam KE seçilmiştir. Çapraz-katlı kompozit plakalar vakum takviyeli reçine transfer yöntemiyle üretilmiştir. Kalıptan çıkartılan plakalar, karbür takımla önceden belirlenen ölçülerde (bkz: Tablo 1) kesilmiştir. $[\pm 45]_{ns}$ elyaf düzenine sahip tablalar, numunelerin çenelerin arasında kalan kısımlarına yapıştırılmıştır.

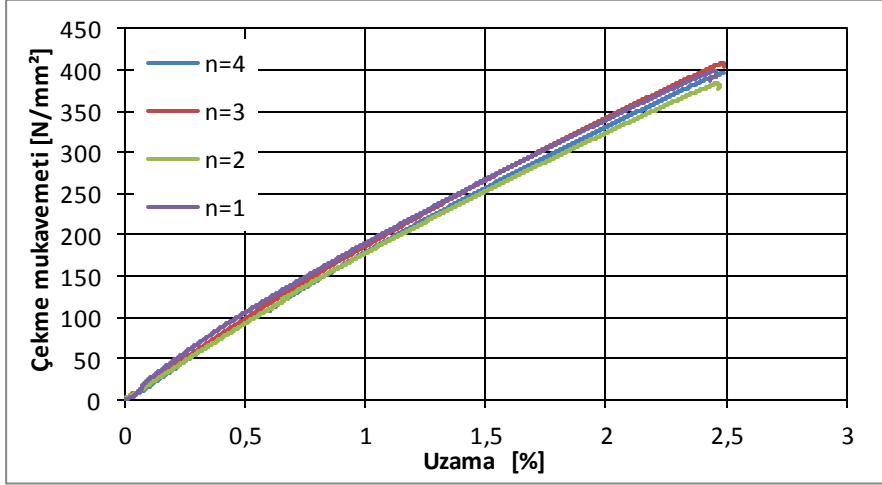
Mekanik özellikler üzerinde ölçek etkilerini gözlemlemek için çekme hızları da ölçeklendirilmiştir. 1 mm/dak, 2 mm/dak, 3 mm/dak ve 4 mm/dak çekme hızları $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$, $\frac{3}{4}$ ve tam ölçekli numunelere sırasıyla uygulanmıştır. Çekme-uzama eğrileri deney esnasında alınan verilerle test cihazının yazılımı tarafından otomatik olarak çizilmiştir. Uzama ölçümü otomatik mekanik ekstansometreler yardımıyla yapılmıştır.

Tablo 1 $[90^\circ/0^\circ]_{ns}$ elyaf sıralamalı plakaların ölçekler ve ölçüleri.

Ölçek	n	Tabaka sayısı	Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Nominal kalınlık (mm)
$\frac{1}{4}$	1	4	125	12.5	1.25
$\frac{1}{2}$	2	8	250	25	2.5
$\frac{3}{4}$	3	12	375	37.5	3.75
Tam	4	16	500	50	5.0

Sonuçlar ve Öneriler

Bütün ölçekler için gerilme-uzama eğrileri Şekil-1’de bir arada gösterilmiştir. Çekme mukavemeti değerleri birbirlerine çok yakın çıkmıştır. Kalınlık ölçeklendirmesinin etkisinin çok az olduğu görülmüştür. Genellikle numuneler çenelerden kırılmıştır fakat ölçüm bölgesinden kırılan numuneler de vardır.



Kaynaklar

1. Lavoie, J.A., C. Soutis, and J. Morton, *Apparent strength scaling in continuous fiber composite laminates*. Composites Science and Technology, 2000. **60**(2): p. 283-299.
2. ASTM, D., *3039/D 3039M, (2000)*, “. Standard test method for tensile properties of polymer matrix composite materials.

A COMBINED EXPERIMENTAL-NUMERICAL APPROACH FOR EFFICIENT PERMEABILITY MEASUREMENT GEÇİRGENLİK ÖLÇÜMÜNÜN ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASINA YÖNELİK BİRLEŞİK DENEYSEL-SAYISAL YÖNTEM

**Baris Caglar¹, Damiano Salvatori¹, E. Murat Sozer², Véronique
Michaud¹**

¹Laboratory for Processing of Advanced Composites (LPAC), Ecole
Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Station 12, Lausanne CH-
1015, Switzerland

²Mechanical Engineering Department, Koc University, Rumelifeneri Yolu,
Sariyer 34450, Istanbul, Turkey.

baris.caglar@epfl.ch

ABSTRACT

In processing of composite materials with Liquid Composite Molding techniques (e.g., Resin Transfer Molding, Vacuum Assisted Resin Transfer Molding, etc.), permeability characterization of porous fiber preforms is important since it is used in mold-filling simulations to predict the flow pattern and mold filling time, and to determine the inlet and vent locations during mold design. However, experimental permeability characterization is a tedious process, requiring many measurements at each fiber volume fraction. Its common and significant variation is dependent on human factor and material irregularity, which in turn increases the number of required measurements to observe statistical variation.

In this study, we introduce a methodology based on a combined experimental-numerical approach to perform more efficient permeability characterization compared to well-established permeability measurements that assume perfectly 1D flow. We combine highly accurate flow front visualization in 1D permeability measurements with a Control Volume Finite Element Method based mold-filling simulation to obtain the optimal permeability map of fabric that minimizes the deviation between experimental and simulated fill times and we use it for permeability characterization in the presence of race-tracking. We demonstrate the capabilities of our methodology through several case studies, and using a fabric whose fiber volume fraction - permeability relationship is characterized through an independent set of measurements under ideal flow conditions (i.e., little or no influence of race-tracking).

ÖZET

Kompozit malzemelerin Sıvı Kompozit Kalıplama yöntemleri (Reçine Transfer Kalıplama, Vakum Destekli Reçine Transfer Kalıplama vb.) ile üretiminde, gözenekli kumaş geçirgenliğinin karakterizasyonu kalıp dolum simülasyonlarına girdi olarak kullanılmakta ve kalıp dolum süresi, akış ilerleyişi ve kalıp tasarım aşamasında giriş ve çıkışların belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Ancak, geçirgenliğin deneysel karakterizasyonu, her hacim oranında birkaç ölçüm gerektirmektedir. Ayrıca, bu ölçümler sırasında karşılaşılan en yaygın sorunlar insan faktöründen ve malzeme bozukluklarından kaynaklanmakta ve istatistiksel varyasyonu görebilmek için gerekli ölçüm sayısını daha da arttırmaktadır.

Bu çalışmada, kusursuz bir boyutlu akış varsayımına dayanan ve genel kabul gören geçirgenlik ölçümlerine kıyasla daha verimli ölçümler yapabilmek amacıyla geliştirdiğimiz, deneysel ve sayısal yöntemleri bir arada kullandığımız bir çalışma sunuyoruz. Bu çalışma, bir boyutlu akış ölçümlerinde akış önünün yüksek doğrulukla kaydedilmesi, Kontrol Hacmi Sonlu Eleman Metodu temelli bir kalıp dolum simülasyonu geliştirilmesi, ölçümlerden ve simülasyonlardan elde edilen dolum anları arasındaki farkın enazlanması yoluyla en uygun geçirgenlik değerinin bulunmasına dayanmaktadır; ve elyaf geçirgenliğinin yüksek geçirgenlikli kanalların varlığında ölçümünü sağlamaktadır. Geliştirdiğimiz yöntemin kabiliyetlerini, elyaf hacim oranı – geçirgenlik ilişkisini tek boyutlu (yüksek geçirgenlikli kanallar barındırmayan) ölçümler ile karakterize ettiğimiz bir kumaşı kullandığımız, kasıtlı olarak oluşturulmuş yüksek geçirgenlikli kanallara sahip çeşitli örnek vakaların incelenmesi ve yoluyla sunuyoruz.

Keywords: *Liquid composite molding, permeability, characterization*

**MECHANICAL PROPERTIES OF UNIDIRECTIONAL
FLAX/POLYPROPYLENE COMPOSITES: A COMPARATIVE
STUDY ON EFFECT OF PRE-TREATED FLAX FIBERS**

**TEKYÖNLÜ KETEN/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN
MEKANİK ÖZELLİKLERİ: ÖN İŞLEM GÖREN KETEN
LİFLERİNİN ETKİSİ ÜZERİNE KARŞILAŞTIRMALI BİR
ÇALIŞMA**

Burcu KARACA UĞURAL¹, M. Özgür SEYDİBEYOĞLU²,

Esen ÖZDOĞAN¹

¹Department of Textile Engineering, Ege University, İzmir, Turkey

² Department of Material Science and Engineering, İzmir Katip Çelebi
University, İzmir, Turkey

burcu.karaca@ege.edu.tr

Abstract

Flax is known one of the oldest natural fiber in textile industry and used to manufacture linen yarns and fabrics for both apparel and household markets. In recent years there is a growing interest in utilization of flax fibers as reinforcing materials for polymers in order to manufacture sustainable lightweight composite products. Flax fibers are used both in the form of chopped fibres and varied textile structures such as non-woven mats, yarns, woven or knitted fabrics and unidirectional preforms in composite industry. Previous studies have revealed that the key parameters affecting the performance of flax fiber reinforced polymeric composite materials are; (i) utilized textile form as reinforcing material and (ii) adhesion between flax fibers and polymeric matrices.

In textile industry, alkaline or enzymatic treatments are applied to flax fiber containing textile structures to modify fiber surface by removing non-cellulosic impurities. Conventional alkaline treatment or enzymatic bio-treatment of flax fibers result in removal of waxes and lignin from fiber surface. Lignin is connected to cellulose via pectin thus pectin, which plays a significant role in mechanical properties of flax fibres, is also removed during these treatments. This brings a decrease in mechanical properties of flax fibers which can be ignored in textile industry as long as linen fabric meets the consumer requirements. However, the decrease in mechanical properties of flax fibers should be considered in composite industry as it directly affects the mechanical performance of composite products.

In this study a comprehensive overview on reinforcing efficiency of pre-treated flax fibers and an experimental study on effects of alkaline and enzymatic treatments of flax fibers on mechanical properties of unidirectional flax/polypropylene (PP) composite materials are reported.

Comparative assessment for tensile and flexural performance of unidirectional flax/PP composite plates which have either untreated, alkaline treated or enzyme treated flax fibers raise a question: how feasible to use pre-treated flax fibers in textile industry for composite applications?

Keywords: flax fibers, alkaline treatment, enzymatic treatment, unidirectional flax/polypropylene composites, mechanical properties

Özet

Keten lifleri, tekstil sanayindeki en eski liflerden biri olarak bilinmekte ve konfeksiyon ile ev tekstiline yönelik kumaş yapımında kullanılmaktadır. Son yıllarda keten liflerinin, sürdürülebilir hafif kompozit malzemelerin üretimi için polimerlerin güçlendirilmesinde takviye malzemesi olarak kullanımı konusunda giderek artan ilgi oluşmaktadır. Keten lifleri kompozit sanayinde, çok kısa lifler veya çeşitli tekstil yapıları halinde (dokusuz yüzey, iplik, dokuma veya örme kumaş ve tekyönlü yapılar) kullanılmaktadır. Literatürdeki çalışmalar, keten lifi takviyeli polimerik kompozit malzemelerin performansını etkileyen anahtar parametrelerin (i) kullanılan tekstil yapısı ve (ii) keten lifleri ile matris polimeri arasındaki tutunma olduğunu göstermiştir.

Tekstil sanayinde, keten lifi içeren tekstil yapılarında selülozik olmayan maddeleri uzaklaştırarak lif yüzeyini iyileştirmek için alkali veya enzimatik işlemler uygulanmaktadır. Keten liflerine uygulanan konvansiyonel alkali veya enzimatik işlemler ile keten liflerinin yüzeyindeki yağ ve lignin uzaklaşır. Lignin selüloza pektin ile tutunmakta olduğu için keten liflerinin mekanik özelliklerinde önemli rol oynayan pektin de söz konusu işlemler esnasında uzaklaşmaktadır. Bu durum keten liflerinin mekanik özelliklerini olumsuz etkilese de keten kumaşlar müşteri taleplerini karşıladığı sürece tekstil sanayi için önem arz etmez. Ancak, keten liflerinin mekanik özelliklerindeki azalma kompozit malzemenin mekanik performansını doğrudan etkilediği için bu durumun kompozit sanayinde dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışmada; ön işlem görmüş keten liflerinin takviye malzemesi olarak verimliliği hakkında kapsamlı literatür derlemesi ile keten liflerinde alkali ve enzimatik işlemlerin tekyönlü keten/polipropilen (PP) kompozit

malzemelerin mekanik özelliklerine etkisi üzerine yapılan deneysel çalışmanın sonuçları açıklanmıştır.

İşlem görmemiş, alkali işlem görmüş veya enzimatik işlem görmüş keten lifleri içeren tekyönlü keten/PP kompozit malzemelerin çekme ve eğilme performanslarının karşılaştırmalı değerlendirmesi; tekstil sanayine yönelik ön işlem gören keten liflerinin kompozit uygulamalarında kullanımının ne kadar uygun olduğu sorusunu gündeme getirmiştir.

Anahtar kelimeler: keten lifleri, alkali işlem, enzimatik işlem, tekyönlü keten/polipropilen kompozit malzeme, mekanik özellikler

**ENHANCEMENT OF PRODUCT PROPERTIES OF ORIGINAL
AND WASTE POLYVINYL BUTYRAL (PVB) / POLYVINYL
CHLORIDE (PVC) COMPOSITES WITH NANO-ADDITIVES
NANO-KATKI MADDELERİ İLE ORJİNAL VE ATIK POLİVİNİL
BUTİRAL (PVB) / POLİVİNİL KLORÜR (PVC)
KOMPOZİTLERİNİN ÜRÜN ÖZELLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Cansu KÖROĞLU¹, Serap CESUR¹, Dagmar MĚŘÍNSKÁ²

cansukoroglu@gmail.com, cesur.serap@gmail.com, merinska@ft.utb.cz

¹Ege University, Department of Chemical Engineering, İzmir/Turkey

²Tomas Bata University, Department of Polymer Engineering, Zlin/Czech
Republic

ABSTRACT

Aim

The aim of this study is the preparation and characterization of Polyvinyl Butyral (B)/Polyvinyl chloride (P) blends consisting of plasticized original and waste PVB and plasticized PVC at various concentrations. The common usage area of PVB is the safety glass and waste PVB obtained from recycled safety glass could be utilized again in blends with similar polymers such as PVC. The properties of the original and recycled PVB, used as constituents of the blend was analyzed and compared. The contribution of two nano-additives (Clay (C) and CaCO₃ (K)) into the composites was evaluated. The obtained materials can be employed in diverse applications such as flooring, production of glue and in civil engineering. This study is an attempt to resolve environmental problems caused by the waste windshield.

Key words: PVB, PVC, clay, calcium carbonate, safety glass, recycling

Materials-method

Four different groups of polymeric composite films have been prepared. The first group with original PVB (OB) with the amount of PVC (P) has been increased from ten percent to neat PVC is obtained. The second group has been prepared at the same compositions with recycled PVB (RB). The third group has the nano-clay addition in PVB/PVC composites with the addition of clay 0.1, 1, and 5 wt%. The same compositions of composites have also been prepared using Recycled PVB. The forth group includes 5 wt% calcium carbonate additions. Finally, forty-two polymeric composite films have been obtained including OPVB, RPVB, PVC, organo nano-clay and calcium carbonate.

The Brabender kneader device which is contained two blungers W50 and a friction ratio of 2:3 was used to prepare polymeric composite films. A constant amount of 40g input materials (PVB/PVC/Nano-additives) were placed in the chamber and processed for 10 minutes at 160 °C with a rotation speed of 25 rpm. The blends which are in the form of pellets were placed between two PET sheets preventing the contact with air and thus

oxidative degradation. After that, they were placed in a table press and hold them at 160 °C for 5 min. Lastly, polymeric composite films were cooled in a cold press. In order to evaluate the films as a new product for other application areas, their chemical, mechanical, thermal properties have been characterized by using FTIR, Mechanical, XRD, DSC, TGA, Optical Microscopy, SEM and Colour Measurement devices.

Preliminary results

The Fourier Transform InfraRed (FTIR) analysis has been used to determine the composite films functional groups on five different positions for each film. The composite films are uniform and no formation of a new functional group is observed. The mechanical tests results can be seen in **Figure 1**. Although, the addition of 5 wt% CaCO₃(K) into polymeric composite films have given better results than addition of 5wt% clay, but 0.1% (wt/wt) clay (C) added original OB90_P10 and recycled RB90_P10 composite films showed the highest tensile strength and elongation at break values. Because, the addition of small amount of clay has an impact on the crystallization, crystal structure and crystallization kinetics, therefore, this film has better tensile strength than commercially used PVC materials. Clay addition of 5 wt% has decreased the degree of crystallinity and caused the mechanical properties decreased that can be seen from XRD Analysis (**Figure 2**). The DSC analysis determined that a glass transition temperature (T_g) of original PVB was 18 °C and recycled PVB was around 22 °C. The glass transition temperature of PVC was around -26 °C which has a lower glass transition temperature than PVB. From the color measurement test, for 0.1 and 1 wt% Clay amount, the effect on the colour is not really obvious but yellowness increased with addition of 5wt% clay amount. No color change was observed for the films with the addition of 5 wt% of CaCO₃. After thermal degradation, surface properties and color changes have been fully examined, only recycled or PVB/PVC with small amount of clay (0.1 wt%) based composite films can be recommended as a flooring material instead of original PVC.

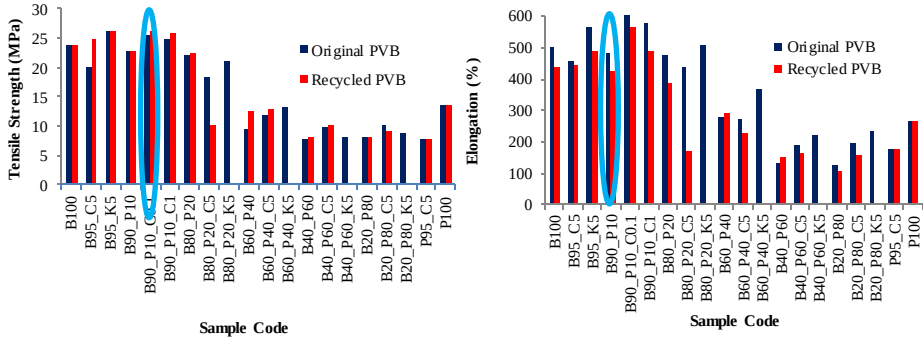


Figure 1. Comparison of mechanical results of original PVB and recycled PVB in blend with PVC and Clay

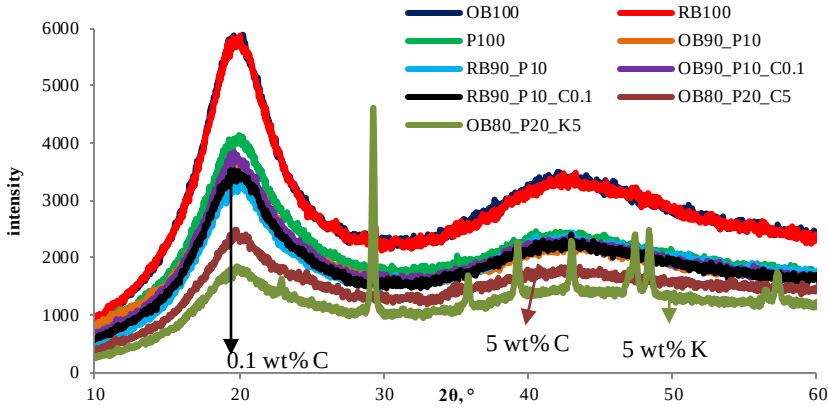


Figure 2. XRD results of original and recycled PVB with PVC, Clay and Calcium Carbonate addition

Acknowledgement: Experimental part of this study was mainly carried out in Tomas Bata University in Zlin during Erasmus+ Programme.

ÖZET

Amaç

Plastikleştirilmiş PVB ve plastikleştirilmiş PVC'den çeşitli konsantrasyonlarda Polivinil Butirel (B) / Polivinil klorür (P) kompozitlerinin hazırlanması ve karakterizasyonu üzerine çalışılmıştır. PVB'nin en önemli kullanım alanı güvenlik camları olup, geridönüşüme giren güvenlik camından kazanılan PVB tekrar kullanılabilir ve PVC gibi benzer özellikteki polimerlerle harmanlanabilir. PVB/PVC kompozitlerde,

orijinal (OPVB) ve geri dönüştürülmüş RPVB'nin etkisi araştırılmıştır. Bu kompozitlere, iki nano katkı maddesinin (Kil (C) ve CaCO_3 (K)) ve bunların değişen konsantrasyonlarının etkisi değerlendirilmiştir. Elde edilen malzemeler döşeme, tutkal üretimi, inşaat mühendisliği gibi farklı uygulamalarda kullanılabilir. Bu çalışma, atık camın neden olduğu çevre sorunlarının çözümüne yönelik bir girişimdir.

Anahtar kelimeler: polivinil bütiral, güvenlik camı, polivinil klorür, geri dönüşüm

Materyal-Yöntem

Dört farklı polimerik kompozit film grubu hazırlanmıştır. Taze PVB'ye sahip ilk grupta, PVC miktarı ağırlıkça %100 PVC elde edilinceye kadar %10 şeklinde artırılmıştır. İkinci grupta kompozitler, atık PVB ile aynı kompozisyonlarda hazırlanmıştır. Ağırlıkça %0,1; 1 ve 5 nano-kil katkılı üçüncü grup taze ve atık PVB/PVC ile elde edilmiştir. Ağırlıkça % 5 kalsiyum karbonat ilavesi ile dördüncü grup aynı şekilde elde edilmiştir. Çalışmanın sonunda, OPVB, RPVB, PVC, kil ve kalsiyum karbonat ile toplam 42 polimerik kompozit film elde edilmiştir.

Polimerik kompozit filmleri hazırlamak için çift gidiş gelişli W50 ve sürtünme oranı 2:3 olan Brabender yoğurucu cihazı kullanılmıştır. Sabit hacimli ısıtma haznesine, 40g'lık giriş malzemeleri (PVB / PVC / Nano katkı maddeleri) yerleştirilmiş ve 25 rpm'lik bir dönüş hızı ile 160 °C'de 10 dakika boyunca işlenmiştir. Topak halindeki karışımlar, hava ile teması ve dolayısıyla oksidatif bozunmayı önleyebilmek için iki PET tabaka arasına yerleştirilmiş ve daha sonra, masa presi içerisine yerleştirilerek, 5 dakika boyunca 160 °C'de tutulmuştur. Son olarak, polimerik kompozit filmler soğuk bir presle soğutulmuştur. Üretilen filmlerin diğer uygulama alanlarında yeni bir ürün olarak değerlendirilebilmesi için kimyasal, mekanik ve termal özellikleri FTIR, Mekanik, XRD, DSC, TGA, Optik Mikroskop, SEM ve Renk Ölçümü cihazları ile karakterize edilmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Fourier Dönüşümlü Kızılötesi (FTIR) analizi ile her kompozit film için beş farklı pozisyonda fonksiyonel gruplar belirlenmiştir. Kompozit filmler oldukça uniform yapıda olup yeni bir fonksiyonel grubun oluşumu gözlenmemiştir. Mekanik testlerin sonuçları **Şekil 1**'de görülmektedir. Polimerik kompozit filmlere ağırlıkça %5 CaCO_3 (K) ilavesi, ağırlıkça % 5 kil (C) ilavesinden daha iyi sonuçlar vermiştir. Ancak, orijinal OB90_P10 ve geri dönüşümlü RB90_P10 kompozit filmlerine ağırlıkça % 0,1 kil eklenmesiyle, en yüksek gerilme mukavemeti ve kopmada uzama değerleri elde edilmiştir. Çünkü, az miktarda kil ilavesi, kristallenme, kristal yapısı ve

kristallenme kinetikleri üzerinde bir etkiye sahiptir, bu nedenle bu filmin, ticari olarak kullanılan PVC malzemelerden daha iyi gerilme mukavemetine sahip olduğu görülmektedir. Ayrıca, XRD analizinden görüldüğü gibi ağırlıkça % 5 kil ilavesi, kristallik derecesini düşürerek, mekanik özelliklerin azalmasına neden olmuştur (Şekil 2).

DSC analizi ile orijinal PVB'nin camsı geçiş sıcaklığının (T_g) yaklaşık 18 °C olduğu ve geri dönüşümlü PVB'nin yaklaşık 22 °C olduğu belirlenmiştir. PVC'nin camsı geçiş sıcaklığı -26 °C civarında bulunmuş ve bu PVB'ye göre daha düşük bir camsı geçiş sıcaklığına sahip olduğunu göstermektedir. Renk ölçüm testinden, polimerik kompozit filmlerin renkleri, ağırlıkça %0,1 ve 1 kil miktarı ilavesi ile değişmediği, fakat ağırlıkça %5 kil miktarı ilavesi ile sarılık değerinin arttığı gözlenmiştir. Filmlerde ağırlıkça %5 CaCO₃ ilavesi ile renk değişikliği gözlenmemiştir. Sonuç olarak, termal bozunma, yüzey özellikleri ve renk değişimleri incelendikten sonra, az miktarda kil içeren (%0,1) geri dönüştürülmüş PVB/PVC esaslı kompozit filmler orijinal PVC yerine döşeme malzemesi olarak tavsiye edilebilir.

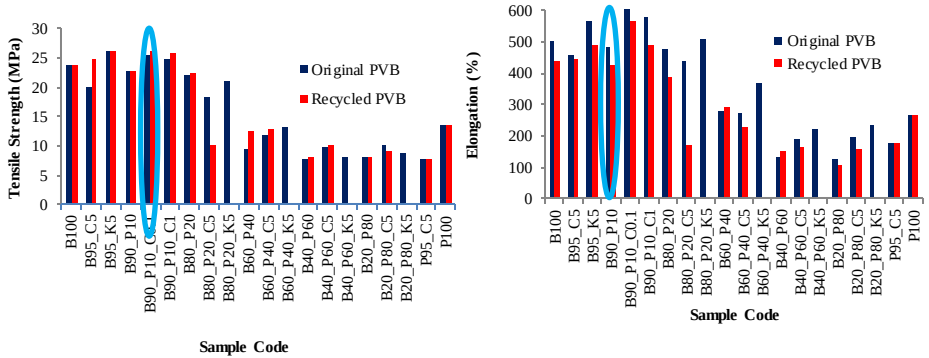


Figure 1. PVC, kil ve kalsiyum karbonat ile harmanlanmış orijinal PVB ve geri dönüştürülmüş PVB'nin mekanik sonuçlarının karşılaştırılması

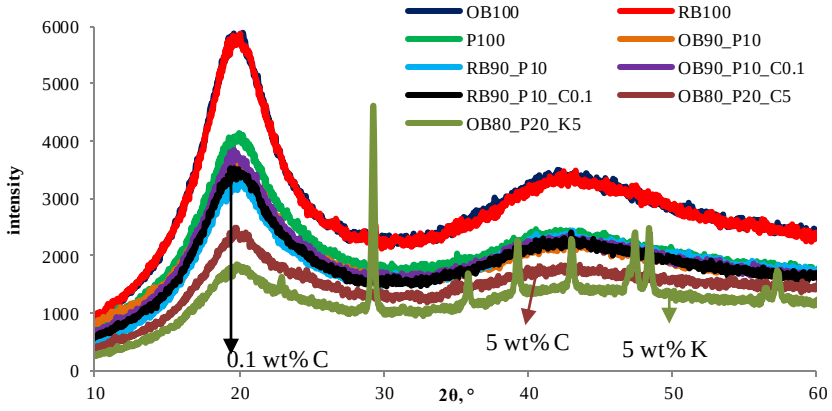


Figure 2. PVC, kil ve kalsiyum karbonat katkılı orijinal ve atık PVB'nin XRD sonuçları

Teşekkür: Bu çalışmanın deneysel aşaması büyük ölçüde Erasmus+ Programı kapsamında Tomas Bata Üniversitesi, Zilin'de tamamlanmıştır.

RESEARCH ON DRUG RELEASE PERFORMANCE OF HYDROXYAPATITE-GELATIN COMPOSITES PRODUCED IN SBF MEDIUM

SBF ORTAMINDA ÜRETİLEN HİDROKSİAPATİT-JELATİN KOMPOZİT MALZEMELERİN İLAÇ SALIM PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Ebru KAHRAMAN*, kahramaneb@itu.edu.tr
Tuğba BAŞARGAN ÖZSAGIROĞLU*, basargant@itu.edu.tr
Seçkin HACIOĞLU*, hacioğlu.seckin@gmail.com
Nalan ERDÖL AYDIN*, erdol@itu.edu.tr
Gülhayat NASÜN SAYGILI*, nasun@itu.edu.tr

*İstanbul Technical University, Chemical-Metallurgical Faculty, Chemical
Engineering Department, 34469, Maslak, İSTANBUL, TURKEY

Keywords : Hydroxyapatite, gelatin, drug release, composite, polymer

Aim of the Study

In most of drug treatments, initial burst releases from drug release systems can cause side effects. It is possible to limit these effects by applying drug carriers that provides controlled release of the drugs. In recent years, studies aiming to use ceramic/polymer materials as drug carrier have gained importance. By adding biodegradable polymers with different degradation rate and mechanism to ceramic materials, variety of release profiles can be obtained. Hydroxyapatite (HAp) is a bio ceramic material found in bone and teeth composition which has apatite-like structure.

The purpose of the study is to produce drug loaded hydroxyapatite-gelatin (HAp-GEL) composites with different weight ratios and observing their drug release kinetics. By running experiments with different amounts of gelatin and glutaraldehyde, it is aimed to study their effects on encapsulation efficiency and drug release profiles.

Materials & Methods

HAp-GEL composites are produced in the presence of SBF (Simulated Body Fluid) by a wet precipitation method at pH 7.4 and 37°C implementing glutaraldehyde as a cross-linking agent. Composites are produced at three different weight ratio of HAp-GEL. 5-FU loaded HAp-GEL composites were prepared with spray dryer under the operation conditions including 80°C inlet temperature of hot air, 5 ml/min inlet flow of feeding solution and

0,1 MPa atomizer pressure. Drug release of 5-FU from the HAP-GEL composites are determined in phosphate buffer solution (PBS) at pH 7.4 and 37°C. Drug release profiles are evaluated according to four different kinetic models which are Zero Order, First Order, Higuchi and Korsmeyer-Peppas. The obtained composites are characterized by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM), Thermogravimetric Analysis (TGA) and X-Ray Diffraction (XRD).

Results

According to drug release profiles, it is observed that with increasing gelatin content initial burst increases. Total average release rate of drug from composites decreases with increasing gelatin content. When crosslinking agent is increased, an increase in initial burst release is also observed. Considering the toxic characteristic of glutaraldehyde, it is concluded that composites cross-linked with lower amount of glutaraldehyde are more appropriate for drug release applications. Among the four different kinetic models, HAP-GEL composites fitted First Order release model the best.

Anahtar kelimeler: Hidroksiapatit, jelatin, ilaç salınımı, kompozit, polimer

Amaç

Yapılan pek çok ilaç tedavisinde, ilacın ilk ani salımı yan etkilere sebep olabilmektedir. Bu tür yan etkileri, ilaçların kontrollü salınımı sağlayan ilaç salım sistemleri ile azaltmak mümkündür. Son yıllarda, seramik/polimer malzemelerin ilaç taşıyıcı olarak kullanımına yönelik çalışmalar önem kazanmıştır. Farklı bozunma hızı ve mekanizmasına sahip biyobozunur polimerlerin seramik malzemelere eklenmesi ile çeşitli ilaç salım profilleri elde edilebilmektedir. Hidroksiapatit (HAp) apatit benzeri kemik yapısına sahip, kemik ve diş bileşiminde bulunan bir biyoseramik malzemedir.

Bu çalışmanın amacı, farklı ağırlık oranlarına sahip ilaç yüklü hidroksiapatit-jelatin (HAP-GEL) kompozitleri üretmek ve kompozitlerin ilaç salım kinetiklerini gözlemlemektir. Çalışmada farklı glutaraldehit ve jelatin miktarları ile glutaraldehit ve jelatinin ilaç yükleme verimiyle birlikte ilaç salım profili üzerine etkisi incelenmiştir.

Materyal & Metot

HAP-GEL kompozitleri SBF (Yapay vücut sıvısı) varlığında pH 7.4 ve 37°C'de yaş çöktürme yöntemi ile çapraz bağlayıcı ajan olarak glutaraldehit kullanılarak üretilmiştir. Kompozitler kütlece üç farklı HAP/GEL oranında üretilmiştir. 5-FU yüklü HAP-GEL kompozitleri püskürtmeli kurutucu ile 80°C kurutucu hava giriş sıcaklığı, 5 ml/dak besleme çözelti debisi ve 0,1

MPa atomizer basıncı koşullarında elde edilmiştir. HAp-GEL kompozitlerinden 5-FU ilacı salımı, fosfat tampon çözeltisi (PBS) içerisinde pH 7.4 ve 37°C koşullarında belirlenmiştir. İlaç salım profilleri Sıfır Derece, Birinci Derece, Higuchi ve Korsmeyer—Peppas olmak üzere dört farklı kinetik modele göre oluşturulmuştur. Elde edilen kompozitlerin karakterizasyonu Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR), Taramalı elektron mikroskopu (SEM), Isıl gravimetrik analiz (TGA) ve X Işını difraktometresi (XRD) kullanılarak yapılmıştır.

Sonuçlar

İlaç salım profillerine göre, kompozitlerdeki jelatin miktarı arttıkça ilk ani salımın arttığı görülmüştür. Bununla birlikte, toplamda salım hızı jelatin miktarı arttıkça azalmıştır. Çapraz bağlama ajanı oranı arttırıldığında da benzer şekilde ilk ani salımın arttığı gözlenmiştir. Gluteraldehitin toksik yapısı da göz önüne alındığında, düşük gluteraldehitli kompozitlerin ilaç salım uygulamalarında kullanıma daha uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Çalışılan dört farklı kinetik model içerisinde, HAp-GEL kompozitlerinin en fazla Birinci Derece kinetik modele uygunluk gösterdiği görülmüştür.

THE EFFECT OF FLEXURAL STRAIN RATES ON THE FLEXURAL BEHAVIOR OF 4/3 GLARE FIBER METAL LAMINATED COMPOSITES

4/3 CETA FİBER METAL TABAKALI KOMPOZİTLERİN EĞİLME DAVRANIŞLARINA EĞİLME HIZININ ETKİSİ

Hamdi FİDAN¹, Mustafa Özgür BORA², Onur ÇOBAN², Eyüp
AKAGÜNDÜZ³

¹ Turkish Airlines Technic Inc. 34100, Yeşilköy, Turkey

² Kocaeli University, Faculty of Aeronautics and Astronautics, 41285,
Kocaeli, Turkey

³ TUBITAK-MAM, Materials Institute, 41470 Gebze, Turkey

Abstract

Aim: Fiber Metal Laminates (FMLs) are hybrid sandwich materials consisting of ordered layers of fine metallic sheets and composite laminates. The usage of FML has been increasing in the aircraft applications due to the its 15-30% efficiency in terms of weight gain, fatigue resistance, resistance to impact and improved damage tolerance. Currently FML material is used up to 25% by weight of manufactured passenger aircraft and fighter aircraft. The aim of this study is to examine the flexural behavior of 4/3 configured FML material which is produced in Turkish Airlines Technic Inc. composite workshop under three point bending tests.

Materials-Methods: In this study, GLARE (Glass reinforced aluminium) which is an FML type that is used extensively in military and civil aviation is manufactured by Turkish Airlines Technic Inc. composite workshop with autoclave method. During FML production, 3 layers of continuous glass fiber reinforced epoxy prepreg and 4 layers of Al 2024-T3 are used. GLARE which consists of Al 2024-T3 sheet metals and glass fiber reinforced epoxy prepreg material is prepared with a size of 55 cm x 55 cm. It is taken to vacuum bag in an autoclave with a Hot Boudner device at 121 ° C and under 40-50 psi pressure for 2 hours. The GLARE material is then removed from the vacuum bag and brought to the desired size in accordance with ASTM D790-15 standard in the laser cutting device. Flexural tests are applied to the GLARE samples under 1 mm/min and 10 mm/min flexural strain rates.

Preliminary evaluations: GLARE is subjected to three point bending tests at bending rates at a Zwick Z-250 device. The variation on the flexural modulus, flexural strength and maximum strength values is determined.

From test results, the flexural strength and flexural modulus values increased with the increase of the bending rates. Beside this, the deflection of maximum load values decreased rapidly. It is also determined that the damage mechanisms change local crushing damages to delamination damages. After the bending tests, damage mechanisms which are occurring in the GLARE are detected by digital camera images.

Keywords: FLM, GLARE, Flexural properties, Damage Mechanisms

Özet

Amaç: Fiber Metal Tabakalar (FMT), ince metal levhalar ve kompozit tabakaların sıralı katmanlarından oluşan hibrid sandviç yapılarıdır. FMT malzemenin ağırlık kazancı açısından sağladığı %15-30' luk verim, yorulma mukavemeti, darbelere karşı gösterdiği direnç ve gelişmiş hasar toleransı gibi özellikleri sayesinde özellikle havacılık alanında büyük bir rağbet görmüş ve kullanımı her geçen gün artmıştır. Günümüzde üretilen yolcu ve savaş uçaklarında ağırlıkça %25'lere varan oranlarda FMT malzeme kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı; THY Teknik A.Ş. kompozit atölyesinde üretilen 4/3 formasyonlu FMT malzemesinin üç nokta eğilme testleri altında eğilme davranışını incelemektir.

Materyal-Yöntem: Bu çalışmada, askeri ve sivil havacılıkta yoğun olarak kullanılan bir FMT türü olan CETA malzeme (Cam Elyaf Takviyeli Alüminyum), THY Teknik A.Ş. kompozit atölyesinde otoklav yöntemiyle üretilmiştir. FMT üretimi sırasında, 3 kat sürekli cam fiber takviyeli epoksi prepreg ve 4 kat Al 2024-T3 kullanılmıştır. Al 2024-T3 sac levhalar ve cam fiber takviyeli epoksi prepreg malzemesinden üretilen GLARE, 55 cm x 55 cm ebatında hazırlanarak vakum torbasına alınmıştır. Hot Bounder cihazı ile otoklav işlemi, 121 °C'de ve 40-50 psi vakum basıncı altında 2 saatte gerçekleştirilmiştir. Daha sonra vakumdan çıkarılan GLARE malzeme, ASTM D790-15 standardına uygun eğilme numuneleri olacak şekilde lazer kesme cihazında istenen boyuta getirilmiştir. Eğilme testleri 1 mm/dk ve 10 mm/dk eğilme hızlarında gerçekleştirilmiştir.

Ön değerlendirmeler: GLARE malzemelere Zwick Z-250 cihazında farklı hızlarda üç nokta eğilme testleri uygulanmış ve eğilme modülü, eğilme dayanımı ve maksimum kuvvetteki sehim değerlerinin değişimi tespit edilmiştir. Test hızının artması ile eğilme dayanımı ve eğilme modülü değerlerinde artış sehim değerlerinde ise hızlı bir düşüş gözlenmiş olup numunelerde oluşan hasar mekanizmalarının bölgesel ezilme hasarından delaminasyon hasarına doğru kaydığı belirlenmiştir. Eğilme testleri sonrasında GLARE malzemesinde oluşan hasar mekanizmaları dijital kamera görüntüleri ile tespit edilmiştir.

Anahtar kelimeler: FMT, CETA, Eğilme özellikleri, Hasar Mekanizmaları

COMPARISON OF ONE (LINEAR) AND TWO (RADIAL) DIMENSIONAL PERMEABILITY MEASUREMENT METHODS ON E-GLASS FABRICS

E-CAMI ELYAFLARINDA BİR (LİNEER) VE İKİ (RADYAL) BOYUTLU GEÇİRGENLİK ÖLÇÜM METODLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Hasan Çağlar¹, Mert Hancıoğlu¹, E. Murat Sozer¹

Koç University, Rumelifeneri Yolu, 34450 Sarıyer, İstanbul, Turkey

hcaglar16@ku.edu.tr, mhancioglu@ku.edu.tr, msozer@ku.edu.tr

ABSTRACT

Aim

The aim of this study is to compare the linear and radial permeability measurement methods by reviewing the advantages and disadvantages of the two methods, and the statistical variations of permeability values of fabric specimens in two principal directions (K_{xx} and K_{yy}) obtained under the similar injection boundary conditions and flow regimes.

Material and Method

Fabric preforms with different fiber structures (such as random and woven as in this study) are prepared by stacking e-glass fabric layers on a tool surface and then placing in the mold cavity before the resin infusion. Instead of a thermoset resin, corn syrup is used here in this study as the test fluid considering the ease of use. Linear (1D) and radial (2D) permeability measurement experiments with unsteady flow regime (initially dry fabric specimen impregnated with resin during the experiment) and constant injection pressure are repeated at least three times to investigate the statistical variations of permeability values. Resin flow front propagation is recorded by using a digital camera for post-filling analysis. Unsteady permeability values in the two in-plane principal directions are calculated by using the Darcy's law under transient flow regime and constant injection pressure boundary condition. The permeability values from linear and radial permeability measurement methods are compared and the causes of significant differences and large variations are analyzed.

Discussion and Recommendations

In permeability characterization, researchers should be aware of the suitability of the measurement methods. Linear permeability measurement

method has been conventionally used for measuring both transient and steady permeabilities of fabric specimens. The main drawback of the linear permeability measurement method is the need for one fabric specimen (plus a set of specimens for investigating statistical variations) to measure permeability in a single principal direction. Although both in-plane permeabilities in two principal directions can be measured simultaneously using one set of specimens in a radial permeability measurement method, this method is not capable of measuring the steady permeability of the fabric specimen, but valid only for measuring unsteady permeability.

Results

This study presents the following results for: (i) linear and radial permeability measurement experiments with constant injection pressure and transient flow regime, and (ii) comparison of linear and radial permeability measurement methods based on the calculated variations in permeability values as well as the limitations and advantages/disadvantages of the two methods.

Keywords

Permeability Measurement, Material Characterization, Darcy's Law

ÖZET

Amaç

Bu çalışmanın amacı; lineer ve radyal geçirgenlik ölçüm metodlarını, her iki metodun avantajları/dezavantajlarını ve aynı enjeksiyon sınır koşulları ve akış rejimleri altında hesaplanan asal eksenlerdeki geçirgenlik değerlerinin istatistiksel değişimlerini inceleyerek, karşılaştırmaktır.

Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada, farklı fiber yapılarındaki keçe ve örgü elyaf numuneler katmanlar halinde istifleyerek hazırlanmakta ve reçine infüzyonu başlatılmadan önce kalıp boşluğuna yerleştirilmektedir. Kullanım kolaylığı göz önüne alındığında, test sıvısı olarak termoset reçine yerine mısır şurubu kullanılmaktadır. Lineer (bir boyutlu) ve radyal (iki boyutlu) geçirgenlik ölçüm deneyleri, zamana bağlı yani geçici (unsteady) akış rejiminde (deney başlangıcında kuru olan elyaf numunenin, deney sırasında reçine ile ıslatılmasıyla) ve sabit enjeksiyon basıncı sınır koşullarında yapılmaktadır. Her iki geçirgenlik ölçüm metodu, geçirgenlik değerlerindeki istatistiksel değişimi de gözleyebilmek amacıyla üçer kez tekrarlanmaktadır. Reçine akış

ön safhasının elyaf numune içindeki ilerleyişi dijital kamerayla kaydedilmektedir. İki asal eksendeki düzlem-içi geçirgenlik değerleri Darcy kanunu baz alınarak hesaplanmaktadır. Lineer ve radyal geçirgenlik metodları kullanılarak ölçülen geçirgenlik değerleri karşılaştırılarak, geçirgenlik değerleri arasındaki belirgin farkların ve istatistiksel değişimin nedenleri analiz edilmektedir.

Ön değerlendirmeler

Geçirgenlik karakterizasyonu deneylerinde, araştırmacılar, geçirgenlik ölçüm metodlarının uygunluğunu dikkate almalıdır. Lineer ölçüm metodu kullanılarak, bir elyaf numunenin geçici (unsteady) ve istikrarlı (steady) geçirgenlik değerleri tek bir numune kullanarak ardışık olarak ölçülebilir (istatistiksel çeşitliliğini araştırmak için elyaf numune setine ihtiyaç duyulmaktadır). Bu ölçüm metodunun en önemli sorunu, her bir asal eksendeki geçirgenlik değerinin ölçülebilmesi için ayrı set numuneye ihtiyaç vardır. Radyal geçirgenlik ölçüm metodunda ise; bir geçirgenlik ölçüm deneyi yapılarak elyaf numunenin her iki asal eksendeki geçirgenlik değerleri birlikte ölçülebilmesine rağmen, bu yöntem kullanılarak sadece geçici (unsteady) geçirgenlik değeri ölçülebilir. Bu çalışma şu sonuçları sunmaktadır: (i) geçici (transient) akış rejimi ve sabit enjeksiyon basıncı sınır koşulları altında, lineer ve radyal geçirgenlik ölçüm deneyleri, ve (ii) hesaplanan geçirgenlik değerlerinin çeşitliliği baz alınarak, lineer ve radyal geçirgenlik ölçüm metodlarının kullanımındaki kısıtlamalar ve avantajlar/dezavantajlarının karşılaştırılması.

Anahtar Sözcükler

Geçirgenlik Ölçümü, Malzeme Karakterizasyonu, Darcy Kanunu

INVESTIGATIONS OF ANTIBACTERIAL PROPERTIES OF CHITOSAN/ZNO NANOPARTICLES REINFORCED EPOXY COMPOSITE COATINGS

KİTOSAN / ZNO NANOPARTİKÜL TAKVİYELİ EPOKSİ KOMPOZİT KAPLAMALARIN ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Öykü İçin¹, H. Yılmaz Atay¹

¹İzmir Katip Çelebi University, Department of Material Science and
Engineering, 35620 Çiğli İzmir Turkey,

oyku_icin882@hotmail.com, Phone: +90 554 662 8426
hgulyilmaz@gmail.com, Phone: +90 507 866 0797

Abstract

Antibacterial materials are becoming important not only in the hospital and healthcare environments, but also for laboratory, home, marine and some industrial applications. Chitosan can be called as environment purification functional materials as it can effectively control the growth, reproduction of hazardous bacteria and control toxic pollutants. Zinc Oxide (ZnO) nanoparticles are known about their excellent stability and long shelf life with organic antimicrobial agents. In this study, an epoxy dye was converted to an antibacterial composite coating by using chitosan/ZnO nanoparticles. Firstly ZnO NPs were prepared by the sol-gel (citrate route) method using Zinc Nitrate, $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ as the starting materials. Different proportions of chitosan colloids and ZnO nanoparticles (%0.5 ZnO-Epoxy, %10 Chitosan-Epoxy, %10 Chitosan-%0.5 ZnO-Epoxy and %10 Chitosan-%1 ZnO- Epoxy) were inserted to the polymer matrix. Glass substrates were coated with obtained polymeric composites. FTIR (Fourier Transform Infrared) and XRD (X-ray Diffraction) tests were conducted to determine the structural and morphological properties of the test samples. In order to investigate chitosan colloids and ZnO nanoparticles, Scanning electron microscopy-Energy dispersive spectroscopy (SEM-EDS), analysis were evaluated. Antibacterial activity against Staphylococcus Aureus (S. Aureus) of the samples were measured as a main objective of this research. Chitosan/ZnO nanoparticles reinforced composite samples were subjected to type of the antibacterial test called “percent decreasing test”. Percent decreasing test: 50 microliters of Staphylococcus aureus liquid culture (7.9×10^7 CFU / ml) was added to the samples and incubated for 1 hour in room conditions. At the end of the period, the number of area S. aureus on the sample surface was determined by dilution plate technique. The

difference between the number of the bacteria obtained at zeroth hour and the one obtained after 1 h will show the antibacterial performance. The difference between the number of the bacteria obtained at zeroth hour and the one obtained after 1 hour and percent decreasing were calculated. ZnO nano particles and chitosan were found to provide antibacterial properties of 99.6%, 99.22%, 99.8% and 99.65%, respectively. It was concluded that ZnO nano particles and chitosan colloids were effective to get antibacterial property.

Keywords: Composites, Chitosan, Zinc Oxide, Antibacterial materials, S. Aureus, Percent decreasing test.

Özet

Antibakteriyel malzemeler sadece hastane veya sağlıkla ilgili ortamlarda değil, laboratuvarlarda, evlerde, deniz veya endüstri uygulamalarında da kullanılmak üzere önem kazanmaktadır. Kitosan çevreye zararlı bakterilerin çoğalmasını ve ayrıca toksik kirleticileri kontrol altına alabilmesinden dolayı fonksiyonel temizleme malzemesi olarak tanımlanabilir. Çinko oksit (ZnO) nanopartikülleri ise organik antimikrobik ajanlarla birlikte mükemmel stabilite ve uzun raf ömrüne sahip olmaları ile bilinmektedir. Bu çalışmada bir epoksi boya kitosan/ZnO nanoparçacıkları kullanılarak antibakteriyel kompozit kaplamaya dönüştürülmüştür. Öncelikle başlangıç malzemesi olarak çinko nitrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) kullanılarak sol-jel yöntemi ile ZnO NP'leri hazırlanmış, daha sonra kitosan kolloidleri ile birlikte polimer matrise ilave edilmiştir. Farklı oranlarda kitosan kolloidlerinin ve ZnO nanopartiküllerinin (%0.5 ZnO-Epoksi, %10 Kitosan-Epoksi, %10 Kitosan-%0.5 ZnO- Epoksi ve %10 Kitosan-%1 ZnO- Epoksi) polimer matrikse katılmasının ardından cam substratlar bu polimerik kompozit ile kaplanmıştır. Test numunelerinin yapısal ve morfolojik özelliklerini belirlemek için FTIR (Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi) ve XRD (X-ışını Kırınımı) testleri yapılmıştır. Kaplamalardaki kolloid kitosanlar ve ZnO nanopartiküllerin dağılımları taramalı elektron mikroskopisi-enerji dispersiyon spektroskopisi (SEM-EDS) ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın ana amacı olarak hazırlanan kaplamaların Staphylococcus Aureus'a (S. Aureus) karşı antibakteriyel etkinliği ölçülmüştür. Kitosan / ZnO nanoparçacıklar takviyeli kompozit numuneler "Yüzde azalma testi" adı verilen antibakteriyel test türüne tabi tutulmuştur. Yüzde azalma testi: Numunelere 50 mikrolitre S. Aureus sıvı kültürü (7.9×10^7 CFU / ml) ilave edilmiştir ve 1 saat oda koşullarında inkübe edilmiştir. Numune yüzeyinde S. aureus alanının sayısı seyreltme plakası tekniği ile belirlenmiştir. İlk anda elde edilen bakteri sayısı ile 1 saat sonra elde edilen bakteri sayısı arasındaki fark antibakteriyel performansı göstermektedir. Sıfırıncı saatte elde edilen bakteri sayısı ile 1 saat sonra elde

edilen bakteri sayısı arasındaki fark hesaplanmıştır. Farklı oranlarda (%0.5 ZnO-Epoksi, %10 Kitosan-Epoksi, %10 Kitosan-%0.5 ZnO- Epoksi ve %10 Kitosan-%1 ZnO- Epoksi) ZnO ve kitosan katkılı kompozitlerin sırasıyla %99.6, %99.22, %99.8 ve %99.65 oranda antibakteriyellik sağladığı belirlenmiştir. ZnO nano parçacıklarının ve kitosan kolloidlerinin antibakteriyel özellik kazandırmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kompozitler, Kitosan, Çinko Oksit, Antibakteriyel malzemeler, S. Aureus, Yüzde azalma testi.

DETERMINATION OF CUTTING AND DRILLING PARAMETERS OF FIBERGLASS REINFORCED POLYMERIC COMPOSITE MATERIALS USING LASER

CAM ELYAF TAKVİYELİ POLİMERİK KOMPOZİT MALZEMELERDE LAZERLİ KESME VE DELME PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Mehtap TÜRKMEN^{a,b,c}, Ersin KAYAHAN^{a,b}, Levent CANDAN^a, Ali
CANSUN^c, Serçin BASUT^c

mehtap.turkmen@polin.com.tr ; kayahan.ersin@gmail.com ;
leventcandan@gmail.com ; ali.cansun@polin.com.tr ;
sercin.basut@polin.com.tr

^a Kocaeli Üniversitesi, Lazer Teknolojileri Araştırma ve Uygulama Merkezi
(LATARUM), Teknopark, 41275, Yenikoy, Kocaeli/TÜRKİYE

^b Kocaeli Üniversitesi, Elektro-optik ve Sistem Mühendisliği, Umuttepe,
41380, Kocaeli/TÜRKİYE

^c Polin Waterparks, Gebkim OSB, Refik Baydur Cad. No:6, 41480,
Dilovası, Kocaeli / TÜRKİYE

Abstract. Fiberglass is produced from materials such as silica, colemanite, aluminum oxide, soda. These materials are blended at high temperatures in glass furnaces and then flowed through small holes (micron level) under high pressure to produce fiberglass. Fiberglass is most used in fiber reinforced polymer composite production. Strength of the materials is very high. Moreover, the thermal resistances are very low. It have resists to chemical materials. There is also no absorbs of humidity and no electrical conductivity.

Fiberglass reinforced polymeric composite materials are obtained by molding together the reinforcing material and the resin (matrix) used as the carrier. The molding process is carried out in many different ways. The important thing in this molding process is that the matrix can be wetted properly with fiberglass. In this molding process, the matrix is used for transmission and distribution of force to the fibers, protection of the fibers from the environmental effects and damages, increase of the toughness of the composite material and blocking cracks and broken.

Fiberglass reinforced polymeric composites have high abrasion resistance and are very light weight, therefore, it is used in many sectors such as

aerospace, space technology, automotive, food, construction, entertainment, technology and so on.

In the production process of glass fiber reinforced polymeric composites, cutting of burrs forms after the molding process and smoothing which is part of production processes are performed mechanically. This creates high cost, time loss and increases error rates. In this work, laser cutting and drilling operations were performed. Optimum laser parameters, cutting speeds are determined. Glass fiber reinforced polymeric composite plates with different colors of 5 mm thicknesses were successfully cut and drilled using Nd: YAG laser (532 nm, 10 Hz, ns pulse width) and optimum laser parameters were determined.

Keywords: Fiberglass Reinforced Polymeric Composite, Nano-second Laser, Polymeric Composite

Özet. Cam elyafı silika, kolemanit, alüminyum oksit, soda gibi malzemelerden üretilir. Bu hammaddeler cam fırınlarında yüksek sıcaklıkta harman edilerek basınç altında mikron seviyesinde ki küçük deliklerden akıtılarak cam elyafı üretimi yapılır. Cam elyafı, elyaf takviyeli polimerik kompozit üretiminde en çok kullanılan elyaf çeşididir. Mukavemeti oldukça yüksektir. Isıl dirençleri oldukça düşüktür. Kimyasal malzemelere karşı dirençlidirler. Nem absorbe etme özelliği yoktur. Elektrik iletkenliği yoktur.

Cam elyaf takviyeli polimerik kompozit malzemeler, takviye malzemesi ve taşıyıcı olarak kullanılan reçinenin (matriks) birlikte kalıplanması yöntemiyle elde edilmektedir. Bu kalıplama işlemi birçok farklı şekilde yapılmaktadır. Bu kalıplama işleminde önemli olan cam elyafı ile matriksin uygun şekilde ıslatılabilmesidir. Bu kalıplama işleminde matris; kuvvetin elyafa iletilmesi ve düzgün dağılım sağlanması, liflerin ortamın etkilerinden ve darbelerden korunması, kompozit malzemenin tokluğunun artırılması ve malzemelerde oluşan çatlak, kırılma vb. engellenmesi görevi üstlenmektedir.

Cam elyaf takviyeli polimerik kompozit malzeme mukavemeti yüksek, oldukça hafif olmasından dolayı havacılık, uzay teknolojisi, otomotiv, gıda, inşaat, eğlence, teknoloji vb. birçok sektörde kullanılmaktadır.

Cam elyaf takviyeli polimerik kompozit üretiminde, kalıplama işlemi sonrası fazlalıkların kesilmesi, parçanın üretim prosesi gereği tesviyesi, mekanik olarak yapılmaktadır. Bu durum yüksek maliyet, zaman kaybı oluşturmakta ve hata oranlarını arttırmaktadır. Bu çalışmada lazer kullanarak kesme ve delme işlemleri yapılmıştır. Optimum lazer parametreleri, kesme hızları belirlenmiştir. Farklı renklerde 5 mm kalınlığındaki cam elyaf takviyeli polimerik kompozit plakalar Nd:YAG lazeri (532 nm, 10 Hz, ns puls

genişliği) kullanarak kesme ve delme çalışmaları başarıyla gerçekleştirilmiş ve optimum lazer parametreleri belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Cam elyaf takviyeli polimerik kompozit, Nano saniye lazer, Polimerik kompozit

INVESTIGATION OF THERMAL DECOMPOSITION KINETICS OF COLEMANITE/POLYPROPYLENE COMPOSITES: ACTIVATION ENERGIES WITH THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS

KOLEMANİT/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN TERMAL DEKOMPOZİSYON KİNETİĞİ VE TUTUŞABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TERMOGROVİMETRİK ANALİZ İLE AKTİVASYON ENERJİSİNİN HESAPLANMASI

Nilay Kucukdogan^a, Levent Aydin^b, Mucahit Sutcu^{c,*}

^aThe Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir Katip Celebi University, 35620, Izmir, kucukdogan.nilay@gmail.com

^bFaculty of Engineering and Architecture, Department of Mechanical Engineering, Izmir Katip Celebi University, 35620, Izmir, leventaydinn@gmail.com

^{c,*} Faculty of Engineering and Architecture, Department of Material Science and Engineering, Izmir Katip Celebi University, 35620, Izmir, mucahitsutcu@gmail.com

Purpose

Boron compounds (such as colemanite, tincal and ulexite) are of interest variety application areas in glass, ceramic, polymer composite and chemical industries. They are also used to improve the flame retardancy properties of polymer composites. Colemanite mineral ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) is the foremost calcium and boron containing commercial boron mineral with 5 mol crystal water. Due to the low thermal expansion properties of colemanite, it reduces flammability during melting and also reduces contact with oxygen on combustion surfaces. The aims of this study to examine the properties of polypropylene (PP) composites filled with colemanite to investigate of their thermal degradation behaviors and to gain the economic value of colemanite.

Material-method

Polypropylene, as the matrix materials, is supplied by PETKIM Petroleum Industry (Izmir, Turkey) in granule form with a melt flow index 4.5 g/10 min, melting point 163 °C and density 0.905 g/cm³ (at 23 °C). Pure Colemanite, as the filler materials, has under 45µm particle size and supplied by Eti Mines Inc's located in West Anatolia Region of Turkey. The preparation of composite samples have been conducted with a high-speed

thermo-kinetic mixer and molding process. PP matrix compounds are prepared with 0-30 wt % colemanite fillers and no coupling agent or additives were used in these products. The thermal characterization and kinetic analysis of decomposition process of colemanite/polypropylene composites were investigated by using thermo gravimetric data.

Preliminary evaluations

In this study, Kissinger and Horowitz-Metzger methods were applied for thermal decomposition kinetic analysis of composites. The activation energy, 'A' pre-exponential factor and correlation coefficients were also found for the decomposition regions of them. It observed that the addition of colemanite has effectively changed the thermal degradation behavior of composites in comparison to the results of neat polypropylene.

Keywords: colemanite, polypropylene, thermal degradation behavior, activation energy, correlation coefficients

Amaç

Bor bileşiklerinin (örneğin, kolemanit, tinkal ve üleksit) cam, seramik, polimer kompozit ve kimya endüstrilerinde ilgi uyandıran uygulama alanları vardır. Ayrıca, bor bileşikleri polimer kompozitlerin alev geciktiricilik özelliklerini geliştirmek için de kullanılmaktadır. Kolemanit minerali ($2\text{CaO} \cdot 3\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 5 mol kristal su içeren en önemli kalsiyum ve bor içeren ticari borat mineralidir. Kolomanit düşük termal genleşme özelliği sayesinde erime sırasında tutuşabilirliği azaltmaktadır ve yanma yüzeylerinde oksijenle teması azaltmaktadır. Bu çalışmanın amacı kolemanit ile katkılanmış polipropilen (PP) kompozitlerin termal bozunma davranışlarının incelenmesi ve kolemanite ekonomik değer kazandırmaktır.

Malzeme-metot

Matris malzemesi erime akış indeksi 4,5 g / 10 dk, erime sıcaklığı 163 °C ve yoğunluğu 0.905 g / cm³ (23 °C'de) olan granül formundaki polipropilen PETKIM Petrol Endüstrisinden (İzmir, Türkiye) tedarik edilmiştir. Dolgu malzemesi olan saf kolomanit 45µm parçacık boyutuna sahiptir ve Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'nde bulunan Eti Maden İşletmelerinden tedarik edilmiştir. Kompozit numunelerin üretimi yüksek hızlı termo-kinetik karıştırıcı ve kalıplama işlemi ile gerçekleştirilmiştir. PP matris bileşikleri ağırlıkça % 0-30 kolemanit dolgu maddesi ile hazırlanmıştır ve bu üretimlerde bağlayıcı ajan ve katkı maddeleri kullanılmamıştır. Bu çalışmada, kolemanit / polipropilen kompozitlerinin termal karakterizasyon

ve kinetik analiz ayrışma süreci termo gravimetrik veriler kullanılarak araştırılmıştır. Kolemanit / polipropilen kompozitlerinin ayrışma sürecinin termal karakterizasyonu ve kinetik analizi termo gravimetrik veriler kullanılarak araştırılmıştır.

Ön değerlendirmeler

Bu çalışmada, kompozitlerin termal dekompozisyon kinetik analizi için Kissinger ve Horowitz-Metzger yöntemleri uygulanmıştır. Kompozitlerin ayrışma bölgeleri için aktivasyon enerjileri, 'A' ön-üstel faktör ve korelasyon katsayıları bulunmuştur. Saf polipropilenin sonuçlarıyla kıyaslandığında kolemanit ilavesinin kompozitlerin termal bozunma davranışını önemli bir şekilde değiştirdiğini gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: kolomanit, polipropilen, termal degradasyon davranışı, aktivasyon enerjisi, korelasyon katsayıları

TENSILE AND IMPACT BEHAVIOUR OF SHORT GLASS/CARBON FIBER REINFORCED HYBRID POLYAMIDE (PA6) COMPOSITES

KISA CAM/KARBON TAKVİYELİ HİBRİT POLİAMİT (PA6) KOMPOZİTLERİN ÇEKME VE DARBE ÖZELLİKLERİ

Osman Kartav^a, Zeynep Ay^b, and Metin Tanoğlu^c

Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, İzmir
Institute of Technology, Gulbahce Campus, Urla, İzmir

Turkey

^a osmankartav@iyte.edu.tr

^b zeynepay@iyte.edu.tr

^c metintanoglu@iyte.edu.tr

Keywords: hybrid, PA6, thermoplastic, composites, carbon and glass fibers

AIM

To our knowledge, there is very limited number work published in the literature on the effect of short glass fiber/carbon fiber (SGF/SCF) hybrid content on the mechanical properties of injection molded PA6 composites. The aim of this work is to determine the tensile properties and impact resistance of 30 wt. % short carbon fiber (SCF), 30 wt. % short glass fiber (SGF) and hybrid (15 wt. % SCF and 15 wt. % SGF) reinforced polyamide (PA6) composites.

MATERIAL AND METHODS

In this study, PA6 is used as matrix material and reinforced with 30 % SCF, 30% SGF and 15% SGF-15% SCF by weight. PA6 used in this study was supplied from Emas Plastic (Turkey). SGF and SCF were supplied from Glass Fiber Industry (Turkey) and DowAksa Company (Turkey), respectively. Composites were prepared by using a bench-top modular twin-screw extruder (Prism Eurolab 16XL). The barrel temperature and screw speed was set as 240°C and 70 rpm, respectively. The prepared composite pellets were dried at 80°C for 24 hours. Tensile and Charpy impact test specimens were prepared with injection molding machine (Permak Inc., Turkey) at 260°C and with the injection pressure of 25 bars. Tensile tests were carried out using Shimadzu AGS-X Universal test machine with a crosshead speed of 5 mm/min. Tensile test were performed at ambient conditions in accordance with the relevant ISO standards. Standard Charpy notched impact test specimens were tested by using falling-hammer-type Ceast™ impact tester.

RESULTS AND DISCUSSION

Tensile test results of neat PA and short fiber (SF) reinforced composites are given in Table 1. The results showed that tensile strength and modulus of elasticity of PA6 were increased with addition of SGF and SCF. However strain at failure values decreased depending on the SGF and SCF content. Also, the tensile test results showed that hybrid composites have similar mechanical properties with 30 % SCF composites. This imply that usage of hybrid fibers offers a potential to reduce cost. The results also showed that impact energy was decreased with content of SF in PA matrix.

Table 1. Mechanical properties of carbon and glass fiber reinforced PA6 based composites.

Material	Matrix (wt%)	Fiber Content (wt%)	Tensile Strength (MPa)	Modulus of Elasticity (GPa)	Strain at Failure	Charpy Impact Strength (kJ/m ²)
Neat PA	100	0	65.8±1.8	3.21	0.16±0.1	20.5±6.8
30% SGF	70	30	116.1±7.3	6.16	0.04±0.003	6.9±0.5
30% SCF	70	30	159.4±14.6	5.90	0.05±0.01	6.1±0.5
Hybrid	70	30	152.1±1.9	4.18	0.04±0.002	5.5±0.2

Anahtar kelimeler: hibrit, PA, termoplastik, kompozit, karbon ve cam elyaf

AMAC

Enjeksiyon ile kalıplanmış poliamit (PA6) kompozitlere kısa cam fiber/karbon fiber (KCF/ KKF) hibrit takviyesinin mekanik özelliklerine etkisi ile ilgili literatürde çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı ağırlıkça % 30 KKF, % 30 KCF ve hibrit (% 15 KKF ve %15 KCF) takviyeli PA6 kompozitlerinin mekanik özelliklerinin ve darbe enerjilerinin incelenmesidir.

MALZEME VE METOT

Bu çalışmada, PA6 matris malzemesi olarak kullanılmış ve ağırlıkça % 30 KKF, % 30 KCF ve % 15 KKF - %15 KCF ile takviye edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan PA Emas Plastikden (Türkiye) tedarik edilmiştir. KCF ve KKF ise sırasıyla Cam Fiber Endüstrisinden (Türkiye) ve DowAksa Şirketinden (Türkiye) tedarik edilmiştir. Kompozitler modüler çift vidalı ekstruder (Prism Eurolab 16XL) ile üretilmiştir. Sıcaklık ve vida hızı sırasıyla 240°C ve 70 rpm olarak ayarlanmıştır. Hazırlanan kompozit pelletler 24 saat 80°C’de kurutulmuştur. Daha sonra çekme ve Charpy darbe

test numuneleri enjeksiyon kalıplama makinası (Permak Inc., Turkey) ile 260°C sıcaklık ve 25 bar basınçta hazırlanmıştır. Çekme testleri Shimadzu AGS-X Universal test cihazı kullanılarak 5 mm/dk hızda yapılmıştır. Çekme testleri çevre koşullarında ilgili ISO standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Standart çentikli Charpy darbe test numuneleri düşen-çekiç-tipi Ceast™ darbe test cihazı ile test edilmiştir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Katkısız PA ve kısa fiber (KF) katkılı kompozitlerin çekme test sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Test sonuçları çekme mukavemetinin ve elastisite modülünün KCF ve KKF eklenmesi ile arttığını göstermektedir. Hasar gerinimi değerleri KCF ve KKF içeriğine bağlı olarak düşmüştür. KKF ile takviyelendirilmiş kompozitin çekme mukavemeti daha yüksek bulunmuş olup KCF ile takviyelendirilmiş kompozitin elastisite modülü KKF ile takviyelendirilmiş kompozitin elastisite modülünden daha büyüktür. Diğer bir yandan çekme test sonuçları hibrit kompozitlerin mekanik özelliklerinin ağırlıkça %30 KKF ile takviyelendirilmiş kompozitlerin mekanik özellikleriyle hemen hemen aynı olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar hibrit elyaf kullanılarak kompozit maliyetinin düşürülebileceğini göstermektedir.. Test sonuçlarına göre darbe enerjisinde KF içeriğine bağlı olarak düşüş olmuştur.

Tablo 1. Karbon ve cam elyaf takviyeli PA6 kompozitlerin mekanik özellikleri

Malzeme	Matris (ağırlıkça a%)	Elyaf Oranı (ağırlıkça%)	Çekme Mukavemeti (MPa)	Elastik modülü (GPa)	Kopmadaki Gerinimi	Charpy Darbe Enerjisi (kJ/m2)
Katkısız PA	100	0	65.8±1.8	3.21	0.16±0.1	20.5±6.8
% 30 KCF	70	30	116.1±7.3	6.16	0.04±0.003	6.9±0.5
% 30 KKF	70	30	159.4±14.6	5.90	0.05±0.01	6.1±0.5
Hibrit	70	30	152.1±1.9	4.18	0.04±0.002	5.5±0.2

CHARACTERIZATION OF VINYL ESTER RESIN CONTAINING BNNS MODIFIED PMMA ELECTROSPUN NANOFIBERS

ELEKTRO-EĞRİLMİŞ BNNS/PMMA NANOLİF KATKILI VİNİLESTER REÇİNESİNİN ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

ŞÜKRAN KARADENİZ, A. TUĞRUL SEYHAN

Mühendislik Fakültesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği
Atatürk Üniversitesi

Erzurum TR-25240, Türkiye

Email: gurcansukran@gmail.com

Mühendislik Fakültesi, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği
Anadolu Üniversitesi

Eskişehir TR-26480, Türkiye

Email: atseyhan@anadolu.edu.tr

1. Abstract

Polymethylmethacrylate / Boron nitride nanosheets (PMMA/BNNSs) nanofibers were produced by conducting electrospinning. Various different processing parameters, including applied voltage, flow rate, molecular weight and concentration of PMMA, solvent type, and the distance between collector and syringe were taken into account when aiming at gaining an insight into the resulting surface morphology of electro-spun fiber networks. By the way, to promote the wettability of the fibers with the matrix resin, the surface of the fibers were subjected to silane chemical modification (Vinyltrimethoxysilane (VTS)). Of all the produced nano-fibers, the most promising was selected in terms of thermal properties with respect to the surface morphology findings obtained by SEM examination. The best processing parameters were then accordingly executed to produce the nanofibers to be added to vinyl ester resin. The use of BNNSs in the vinyl ester resin together with PMMA is expected to improve its thermal properties at no expense of mechanical integrity. Final thermal properties of the vinyl ester resin were further investigated using DSC. The results obtained were then discussed in a concise manner. Morphology of the nanofibers was observed using a scanning electron microscope (SEM)

2. Materials and methods

2.1. Materials

To prepare electrospun fibers of Polymethylmethacrylate / Boron Nitride Nanosheets (PMMA/BNNS) with and without silane treatment at different weight contents (0.5, 1, 1.5 wt. %), different solution concentrations (2, 4, 6 wt. %) , different molecular weights (PMMA: 81.000, 350.000 g/mol) together with different solvents (Acetone, chloroform, toluene, DMF/THF

(2:1)) were systematically utilized. The corresponding solutions were prepared at room temperature using a magnetic stirrer. A bisphenol epoxy based vinyl ester thermosetting resin (Polives 701) was obtained from POLİYA. Cobalt naphanate (CoNAP) (0.2 % wt.) and Methyl ethyl ketone peroxide (MEKP) (2% wt.) were, respectively, used to solidify the resin suspensions.

2.2. Methods

The electrospinning was conducted at room temperature ,the mass flow rate, applied voltage, working distance (the needle to substrate distance) and solution concentration were optimized for each set of experiments.. On the basis of the preliminary results obtained, it was determined that the best solvent be acetone. Using acetone, BNNSs (with and without silane treatment at different weight percentages (0.5, 1, and 1.5% wt)) containing solution concentrations with different amounts (2,4, and 6% wt.) of two different molecular weights of PMMA beads (81.000 g/mole, 350.000 g/mole) were produced to see concentration and molecular weight effect on nanofiber properties. On the other hand, in order to see the effect of flow rate on the properties of nanofiber, different feeding rates (4,6 9 ml/h) were chosen. Taking advantage of the electrical potential difference between the collector and the injector end, different electric voltages (22, 25, 28 kV) were then provided to the system. To observe the effect of the working distance between the collector and the injector, different working distances were taken into account (13,15,19 cm). The fibers were collected on the cylinder collector wrapped by a thick aluminum foil. Process were carried out under ambient conditions (at about 23°C with 60% humidity). 20 ml syringes were used for the solution. Optimized experimental conditions were determined with a focus on the best fiber formation. After determined best fiber formation for modified vinylester suspension preparation, 5 g of silanized BNNS (1 wt.%) modified PMMA nanofibers obtained under the best optimized experimental conditions were blended with 95 g of vinyl-ester resin using a jiffy mixer at a very slow stirring speed for 24 h to let the nanofibers to dissolve in the surrounding vinyl ester matrix. The catalyzed resin suspensions were allowed to cure at room temperature followed by post curing at 120°C for 2h. Note that two different molecular weights of PMMA (81.000 and 350.000 g/mol) were taken into account. The resulting composites were machined into resuired specimen dimensions for thermal and mechanical property characterization.

3. Preliminary Evaluations

Of all the trials, the experimental set comprised of PMMA concentration of 4%, silanized BNNS concentration of 1%, electric voltage 25kV, flow rate

(6 ml/h) working distance of 19 cm, and acetone emerged as the best parameter to nanofiber morphology and maximum observed percentage effect of the additives and silane BNNS 1% . Then the 5 wt% nanofibers produced with the best parameters was added to 100 g of vinyl ester resins and curing is achieved and result of the all thermal analysis it observed that adding nanofiber and with increasing PMMA and BNNS content, vinilester resin's Tg was increasing.

1. Özet

Elektro-eğirme (electrospinning) tekniği, son zamanlarda nano-boyutta lif üretimi için sıkça kullanılmaktadır. Polimer esaslı nanofiberlerin üretimi için en etkin yöntem electrospinning (elektroeğirme) yöntemidir. Elektrospinning yöntemine etki eden 3 temel parametre vardır; çözelti özellikleri (Kullanılan polimerin cinsi, molekül ağırlığı, çözeltinin viskozitesi, konsantrasyonu, proses değişkenleri (voltaj, akış hızı, toplayıcı ile besleme ünitesi arasındaki mesafe), çevre koşulları(sıcaklık, nem, basınç, atmosfer cinsi). Bu çalışmanın temel amacı elektrospinning parametrelerinin fiberlerin morfolojik yapısına ve camsı geçiş sıcaklığına etkisini görebilmek ve seçilen en iyi parametrelerle elektrospinning yöntemiyle üretilen PMMA ve BNNS/Silan dan oluşmuş fiberlerin vinilester reçine üzerindeki olumlu termal etkilerini gözlemlemektir. Üretimi yapılan nanoliflerin yapısı taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. Üretilen fiberlerin ve kompozit plakaların camsı geçiş sıcakları Differansiyel taramalı kalorimetre (DSC) ile analiz edilmiştir.

2. Materyal – Yöntem

2.1. Materyal

Elektro spin yöntemiyle nanofiber üretimi için farklı molekül ağırlıklı (81.000 g/mol,350.000 g/mol) PMMA, BNNS ve Silan tayin edildi. Nanolif oluşturmak için NS-24,Inovenso marka elektrospinning cihazı kullanıldı. Konsantrasyonu %2,%4 ve %6 olarak hazırlanan PMMA nın 100 ml lik aseton, kloroform, toluen ve DMF/THF çözücülerinde çözünmesi sağlandı. Bu çalışmada POLİYA Polives 701 bisfenol epoksi esaslı vinil-ester termoset reçine kullanıldı. 100 gr vinilester reçine %0.2 oranda Co ve %2 oranda Bütanox M60 ile karıştırıldı. Karışıma daha sonra %5 oranında PMMA ve %1 oranında BNNS/Silan içeren nanofiber katkısı yapıldı.

2.2. Yöntem

Elektrospinning parametrelerinin fiberlerin morfolojik yapısına ve camsı geçiş sıcaklığına etkisini görebilmek için proses parametrelerinde değişiklik yapılarak fiber üretimleri gerçekleştirildi. İlk olarak nanolif üretiminde çözücü etkisini gözlemlemek için kütlece % 2,4,6 oranındaki averaj molekül ağırlığı 81.000 g/mol olan PMMA ve %1 BNNS içeren karışım 100 er ml olmak üzere aseton, kloroform, toluen, dimetilformamid/tetrahidrofuran (DMF/THF 2:1) içerisinde manyetik karıştırıcıda karıştırılarak farklı çözeltiler hazırlandı. Elektrospinning parametrelerinin üretilen nanoliflerin özelliklerine etkisini gözlemlemek için yapılacak çalışmalarda en iyi çözücünün aseton olduğu belirlendi. Öncelikle konsantrasyon ve moleküler ağırlık etkisini görebilmek için kütlece % 2,4,6 oranındaki averaj molekül ağırlığı 81.000 g/mol ve 350.000 g/mol PMMA , %1 oranda BNNS ile manyetik karıştırıcıda karıştırılarak çözeltiler hazırlandı. BNNS/SİLAN miktarının oluşan fiberin özelliklerine etkisini gözlemlemek için 4 gr PMMA %0.5,1 ve 1.5 oranlarında silan katkılı ve katkısız BNNS le birleştirildi ve 100 ml aseton içerisinde manyetik karıştırıcıda karıştırılarak çözünmesi sağlandı. Proses normal çevre koşulları altında (yaklaşık 23°C sıcaklık ve % 60 nem) yürütüldü. Akış hızının fiberin özelliklerine etkisini görmek için 4,6,9 ml/saat akış hızlarıyla elektroda besleme yapıldı. Elektriksel potansiyel farktan yararlanarak toplayıcı ve enjektör tipi uç arasında gerilimin fiberin özelliklerine etkisini görmek için 22,25,28 kV gerilim sağlandı. Toplayıcı ve enjektör tipi uç arasındaki mesafenin fiberin özelliklerine etkisini gözlemlemek için mesafe 13,15, 19 cm olarak belirlendi. Silindirik toplayıcı üzerine sarılan 50x30 mm boyutlarındaki dikdörtgen alüminyum folyo toplayıcı olarak kullanıldı. Yapılan deneyler sonucu en iyi fiber oluşumunun gerçekleştiği parametreler ; PMMA konsantrasyonu %4, BNNS/Silan konsantrasyonu %1, voltaj 25Kv, akış hızı 6ml/sa aralık 19 cm ve en iyi çözücünün aseton olduğu belirlendi. Belirlenen parametreler uygulanarak üretilen fiberler(PMMA/BNNS/Silane) ve vinil ester reçineden oluşan kompozit yapının üretim aşamasına geçildi. PMMA/BNNS/Silane katkısının vinilester reçinenin termal ve mekanik özelliklerine etkisini gözlemlemek amacıyla ilk olarak katkısız 100 gr vinil ester reçine(Poliver 701) %0.2 oranda Co ve %2 oranda Bütanox M60 ile karıştırıldı. Karışım kalıba dökülüp 120°C de 2 saat süreli kurlanmaya bırakıldı. Daha sonra PMMA dan üretilen fiberlerin granül halde ki PMMA dan farkını ve reçinenin özelliklerine etkisini gözlemlemek için 100 gr vinilester reçine kalıba dökülüp kurlanmaya bırakıldı. Aynı prosedür elektro eğirme yöntemi ile oluşan fiberlerle de tekrarlandı. Üretilen BNNS+Silan katkılı 81.000 g/mol ve 350000 g/mol molekül ağırlıklı PMMA dan oluşan nanofiberler vinilester reçine içerisine atıldı ve çözünmesi sağlandı ve kalıba dökülüp kurlanmaya bırakıldı.

3. Ön Değerlendirmeler

Yapılan deneyler sonucunda SEM kullanılarak morfolojisi incelenen fiberlerle yapılan çalışma sonuçlarına göre, en iyi nanofiber üretimi %4 PMMA ile hazırlanan aseton çözeltisiyle, 25 kv voltajda, 6 ml/sa akış hızıyla ve 19 cm aralıkla elde edilmiştir. BNNS ve silan katkısının etkisinin en fazla gözlemlendiği oran %1 dir. Daha sonra en iyi parametrelerle üretilen nanofiberler %5 kütle oranıyla 100 gr vinil ester reçineye katılmıştır ve kurlanması sağlanmıştır. Differansiyel taramalı kalorimetre(DSC) cihazı kullanılarak oluşan kompozit plakanın Tg değerleri tayin edilmiştir ve katkısız vinilester reçine plaka ve granül haldeki katkısız PMMA ile karşılaştırma yapılmıştır. Yapılan karşılaştırmalarda PMMA/BNNS/Silan katkısının vinilester reçinenin Tg değerinde artışa sebep olduğu görülmüştür.

YEŞİL MİKROALGLERİN POLİ(LAKTİK ASİT) (PLA)'NIN İZOTERMAL OLMAYAN KRİSTALİZASYON KİNETİĞİNE ETKİSİ

EFFECTS OF GREEN MICROALGAE ON THE NON- ISOTHERMAL CRYSTALLIZATION KINETICS OF POLY(LACTIC ACID)(PLA)

Mehmet Kodal, Togayhan Kutluk, Güralp Özkoç
Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü,
41380 İzmit/Kocaeli
mehmet.kodal@kocaeli.edu.tr, togayhan.kutluk@kocaeli.edu.tr,
guralp.ozkoc@kocaeli.edu.tr

AMAÇ:

Şeker kamışı ve mısır nişastası gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilen poli(laktik asit) (PLA), plastik katı atık problemini bertaraf etmek için petrolden üretilen polimerlere alternatif olabilecek bir biyobozunurpoliesterlerdir [1]. Yüksek çekme dayanımı ve elastik modüle sahip olmasına rağmen, kısmen yüksek olan camsı geçiş sıcaklığı nedeniyle PLA sert ve kırılğan bir polimerdir. PLA ümit vaat eden bir biyoplastik olmasına rağmen, enjeksiyonlu kalıplama ve ekstrüzyon gibi izotermal-olmayan proseslerde oldukça yavaş bir kristallenme davranışı göstermekte ve bu durum endüstriyel kullanım alanını kısıtlamaktadır. PLA'nın kristalizasyon davranışı nano katkı malzemeleri ile geliştirilebilir [2]. Son yıllarda, mikroalglerden biyodizel üretimi önemli bir konu haline gelmiştir [3]. Biyodizel hammaddesi olarak kullanılan yağlar kuru mikroalglerin ekstrakte edilmesi ile elde edilirler ve bu işlem sonunda önemli miktarda kuru halde mikroalg oluşur. Çevre dostu olan bu atıklar, PLA gibi biyopolimerlerin mekanik ve/veya ısı özelliklerini iyileştirmede kullanılabilirler.

Bu çalışmada, literatürdeki çalışmalardan farklı olarak ilk defa PLA/yeşil mikroalg kompozitlerinin izotermal olmayan kristalizasyon davranışı araştırılmıştır. Bu amaçla diferansiyel taramalı kalorimetri (DSC) ile elde edilen verilerden farklı kinetik modeller çalışılmıştır. PLA/yeşil mikroalg kompozitlerinin kristalizasyon morfolojisi polarize optik mikroskop (POM) ile analiz edilmiştir. Bununla birlikte, mikroalglerin matris içindeki dağılımı taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile incelenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM:

PLA (PLI005) NaturePlast firmasından satın alınmıştır. Mikroalg kültürü (*Chlorellavariabilis*) Medeniyet Üniversitesi'nden Dr. Turgay Çakmak'dan temin edilmiştir. *Chlorellavariabilis*, 8 L'lik bir foto biyoreaktörde 50 L/saat hava akışı altında kültüre alınmıştır. Işıklandırma, 4 adet 7W 2700K değerinde LEDampüller ile sağlanmıştır. Daha sonra, santrifüj yardımı ile kültürler sıvı besi ortamından alınmış ve 70 °C'de 12 saat süre ile etüvde kurutulmuşlardır.

Farklı yükleme oranında (%5, 10, 15, 20) yeşil mikroalg içeren PLA karışımları kloroformda çözündürülmüştür. Ardından, çözelti Petri kabına dökülmüş ve çözücü oda sıcaklığında ortamdan uzaklaştırılmıştır. Son olarak, elde edilen filmler ortamda eser miktarda çözücü kalmasını engellemek için 50 °C'de bir gece boyunca vakum altında etüvde kurutulmuşlardır.

PLA/mikroalg kompozitlerinin izotermal olmayan kristalizasyon davranışı DSC'den elde edilen veriler ile Avrami, Ozawa ve Friedman gibi bilinen kinetik modeller kullanılarak incelenmiştir. Linkam THMSE 600 model ısıtma/soğutma tablalı POM (Nikon LV100 POL) cihazı ile PLA ve PLA/mikroalgkompozitlerinin sferulitik morfolojisi gerçek zamanlı olarak incelenmiştir. SEM ile mikroalglerin PLA matrisindeki dağılımı belirlenmiştir.

ÖN DEĞERLENDİRMELER:

PLA/yeşil mikroalgkompozitlerinin izotermal olmayan kristalizasyon kinetiği ve sferulit morfolojisi DSC ve POM ile incelenmiştir. Sonuçlar, yeşil mikroalglerin PLA için bir çekirdeklenme ajanı gibi davrandıklarını ve yeşil mikroalgler varlığında PLA'nın soğutma esnasında kristalizasyon başlangıç sıcaklığının yüksek sıcaklıklara kaydığını göstermiştir. Birleştirilmiş Avrami-Ozawa kinetik modelinden elde edilen veriler, %15 yeşil mikroalg içeren PLA'nın en yüksek kristalizasyon hızına sahip olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, Dobrev-Gutzow analizinden elde edilen veriler de yeşil mikroalglerin PLA için bir çekirdeklendirici ajan gibi davrandıklarını göstermiştir. Yeşil mikroalglerin düşük yükleme oranlarında PLA içinde homojen bir şekilde dağıldıkları SEM analiz sonuçlarından elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Poli(laktik asit), mikroalg, izotermal-olmayan kristalizasyon kinetiği, polarize optik mikroskop

AIM:

Poly(lactic acid) (PLA) a biodegradable aliphatic polyester obtained from renewable resources such as sugarcane and cornstarch is alternative to petroleum-based polymers to overcome the plastic waste problem [1]. Despite its high tensile strength and elastic modulus, PLA is a brittle and rigid polymer due to its relatively high glass transition temperature. Although PLA is a promising bioplastic, its slow crystallization rate is not compatible with non-isothermal polymer processing techniques such as extrusion and injection molding, which limits its widespread use in industrial applications. It has been shown that nanofillers could improve the crystallization behavior of PLA [2]. Biodiesel production from microalgae is an increasingly important issue in recent years [3]. The oil used as biodiesel raw material is extracted from the dry microalgae and then the microalgae is formed in powder form in large quantities. These wastes are environmentally friendly materials and it can be evaluated as additives to improve the mechanical and/or thermal properties of biopolymers such as PLA.

In the current study, for the first time in the literature, it was aimed to investigate the non-isothermal crystallization behavior of PLA/green microalgae composites via differential scanning calorimeter (DSC) by applying different crystallization kinetics models. The crystallization morphology of PLA/green microalgae composite was analyzed by polarized optical microscopy (POM). Moreover, the dispersion of microalgae in PLA matrix was judged by scanning electron microscopy (SEM).

MATERIALS AND METHODS:

PLA (PLI005) was purchased from NaturePlast Company, France. Microalgae strain (*Chlorella variabilis*) was obtained from Dr. Turgay Çakmak (Madeniyet University). First, *Chlorella variabilis* was cultivated in 8-liter photo bioreactor and air was supplied to the reactor at a rate of 50 L/h. Illumination was provided by a four-7W 2700K LED lamps. Then, cells were harvested by centrifugation and then microalgae paste was dried in an oven at 70 °C for 12 hours.

PLA mixtures having different green microalgae loading levels (5, 10, 15, 20 wt%) were solubilized in chloroform. After that, the solutions were cast on glass Petri dishes, and the solvent was allowed to evaporate at room temperature. Finally, all the films were further dried overnight under vacuum at 50 °C to eliminate the residual solvent.

Non-isothermal crystallization behaviour of PLA/microalgae composites were evaluated from common kinetic models such as Avrami, Ozawa and Friedman by using the thermal data obtained from differential scanning

calorimetry (DSC).A polarizing optical microscope (Nikon LV100 POL) equipped with a Linkam THMSE 600 hot stage was used to investigate the spherulitic morphology of the neat PLA and PLA/microalgae composites.The dispersion of microalgae in PLA matrix was evaluted by using scanning electron microscopy (SEM).

PRE-ASSESSMENT:

The non-isothermal crystallization kinetics and spherulitic morphology of PLA/green microalgae composites were investigated with DSC and POM. The results showed that green microalgae acted as a nucleating for PLA and crystallization onset temperature of PLA shifted higher temperatures upon cooling in the presence of green microalgae. Combined Avrami-Ozawa kinetic model results showed that the highest crystallization rate of PLA obtained from the composites including 15 wt% green microalgae.Moreover, it was proved by Dobрева and Gutzow analysis that green microalgae acted as a nucleating agent in PLA. SEM analysis revealed that green microalgae dispersed uniformly in the PLA in lower loading levels.

Keywords: Poly(lactic acid), microalgae, non-isothermal crystallization kinetic, polarized optical microscopy

KAYNAKLAR / REFERENCES:

- 1- Sullivan M., Flowers R., Wang B., Kalaitzidou K., Solution-cast graphite nanoplatelet/poly(lactic acid) nanocomposite films, Plastic Research Online, 2015.
- 2- Kodal M., Sirin H., Ozkoc G., Polymer Composites, Non-isothermal crystallization kinetics of PEG plasticized PLA/G-POSS nanocomposites, Polymer Composites, 2015.
- 3- Neenan B., Feinberg D., Hill A., McIntosh R., Terry K., Fuels from microalgae: Technology status, potential, and research requirements. SP-231-2550, Solar Energy Research Institute, 1986.

POSTER PRESENTATIONS

POSTER BİLDİRİLER

PERFORMANCE OF JUTE/PLA ALL-BIODEGREDALE OVERMOLDED ECO-COMPOSITES

JÜT/PLA ÜZERİNE KALIPLAMA YAPILMIŞ TAMAMIYLA BİYOBOZUNUR EKOKOMPOZİTLER

A.Alchekhw wis, Güralp Özkoç

*Kocaeli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü,
41380, İzmit/Kocaeli*

wismounem@gmail.com , guralpoz koc@gmail.com

ABSTRACT

Development of ecofriendly biocomposites to replace non-biodegradable synthetic fiber composites is the main objective of this study. the plain woven jute fabric (WJF) reinforced poly(L-lactic acid) (PLA) composites were prepared by the hot press molding method. The mechanical and thermal properties of the composites were investigated .The influence of woven structure and direction on the mechanical properties i.e. DMA and flexural properties was investigated. The average flexural strength (FS), and flexural modulus (FM), of untreated woven jute composite (in 45 direction) were improved about 95.2%, and 42.4% respectively. The results show that the properties of the composites are better than those of PLA. When the content of the fiber is 30%, the composites can get the best mechanical properties. The dynamic mechanical analysis results show that the storage moduli of the PLA/jute composites increase with respect to the PLA. It was also found that the strengths and modulus of composites in 45 direction are higher than those in 90 direction.

In the present study jute fibers were surface treated using two methods: i) alkali (NaOH) and ii) alkali followed by silane (NaOH+Silane) separately. Effects of surface treatments on jute fibers surface were characterized using fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) ,thermo gravimetric analysis (TGA) and (DSC) . The results from this investigation indicate that a 30 min dipping of the fibers in 0.5% alkali solution followed by 24h 1.5% Silane treatment leads to an increase in the tensile strength of up to 65%. The increase appears to be due to fiber separation and removal of non-cellulosic materials, which, in turn, resulted in an increased crystallinity.

ÖZET

Biyolojik bozulmaya uğramayan sentetik elyaf kompozitlerin yerine geçecek çevre dostu biyokompozitlerin geliştirilmesi bu çalışmanın ana hedefidir. Düz dokuma jüt kumaş (WJF) takviyeli çoklu (L-Laktik Asit) (PLA) kompozitleri sıcak pres döküm yöntemiyle hazırlandı. Kompozitlerin mekanik ve termal özellikleri araştırıldı. Dokuma yapının etkisi ve mekanik özellikler üstünde yönü, örneğin DMA ve bükülgen özellikler incelendi. İşlem görmemiş jüt kompozitin (45 yönünde) ortalama bükülme kuvveti (FS) ve bükülme sabit değeri (FM sırasıyla)% 92 ve % 42 civarında geliştirildi. Sonuçlar göstermektedir ki kompozitlerin özellikleri PLA lardan daha iyidir. Elyaf içeriği % 30 olduğunda kompozitler en iyi mekanik değerleri alabilirler. Dinamik mekanik analiz sonuçları göstermektedir ki pLA/ Jüt kompozitlerin biriktirme katsayısı PLA lara göre artmaktadır. Ayrıca 45 yönünde kompozit değ erleri ve gücünün 90 yönündekilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Bu çalışmada jüt fiberler iki yöntem kullanarak yüzey işlemine tabi tutulmuşlardır; i) alkali (NaOH) ve ii) alkali sonrasında ayrı olarak silan (NaOH + Silan). Jüt elyaf yüzeyinde yüzey işlemlerinin etkileri Fourier Dönüşüm Kızıl Ötesi Spektroskop (FT-IR), Termo Gravimetrik Analiz (TGA) ve (DSC) kullanarak karakterize edilmişlerdir. Bu araştırmanın sonuçları göstermektedir ki alkali bir eriyikte elyafların 30 dakika süre batırılması ve sonrasında 24 saat % 1,5 Silan işlemine tabi tutulması gerilme gücünü % 65 e kadar artırmaktadır. Artırmanın elyaf ayırımından ve selülozik olmayan malzemelerin sökülmesinden kaynaklandığı görülmekte bu da karşılığında artırılmış bir kristallik sağlamaktadır.

DESIGN AND MANUFACTURING OF SMALL SCALE WIND TURBINES: FIBER REINFORCED POLYMER COMPOSITE APPLICATION

KÜÇÜK ÖLÇEKLİ RÜZGAR TÜRBİNİ TASARIM VE İMALATI: FİBER TAKVİYELİ POLİMER KOMPOZİT UYGULAMASI

Alaattin Kaçal^{1*}, A.Emin Yıldırım¹, A. Faruk Saçar¹,
Faruk Akyüz¹, Mustafa Ay¹, M. Oktay Özkaya¹

¹ Dumlupınar University Simav Technology Faculty Manufacturing
Engineering Department Simav/Kütahya

ABSTRACT

Aim

In this study, a small scale wind turbine was produced and it was aimed to produce electric energy for remote areas from the settlement. In order to achieve this goal, firstly, the necessary calculations, modeling studies, the production of turbine parts from composite materials and the examination of the production capacity of electric energy are planned.

Material-Method

For this purpose, firstly wind speed of 8 m / s was selected for Kütahya from Potential Atlas of Turkey Wind Energy. The wing length was calculated according to the boundary conditions of 40 ± 2 cm and a wing profile was determined. Wing profile determined by performed strength calculations was modeled in SolidWorks software and a wing prototype was produced from acrylonitrile butadiene styrene (ABS) polymer material with 3D printer to eliminate possible errors. After the necessary improvements on the wing profile, the molds prepared with the SolidWorks program were produced in the CNC vertical machining center using cast polyamide, PA. With the production of the necessary mold for the nose part, production of turbine wing and nose has been started from composite material. Composite wings were produced by vacuum infusion method using 6 layers of 300 g / m² twill glass fiber fabric and epoxy resin system. Composite wings and nose pieces cured at room temperature for 24 hours were assembled on the body made of polyamide (PA) material and the rear wing made of aluminum material and assembly of the turbine was completed.

Preliminary evaluations

After the production activities, 20.4 Volt voltage and about 1-1.4 Amperes current were obtained with the wind turbine which can move at a wind speed of about 4 m / sec and exhibit a steady smooth return. This work was completed within 2.5 months as a graduation thesis for the students of manufacturing engineering. According to the findings, larger scale turbines could be produced and energy production capacities could be increased.

Keywords: Wind Turbine Wing, Fiber Reinforced Polymer Composite, Renewable Energy

ÖZET

Amaç

Bu çalışmada küçük ölçekli bir rüzgâr türbini üretilerek yerleşim yerinden uzak sahalar için elektrik enerjisi üretimi amaçlanmıştır. Bu amaca ulaşmak için öncelikle, gerekli hesaplamalar, modelleme çalışmaları, türbin parçalarının kompozit malzemeden üretim çalışmaları ve sahada elektrik enerjisi üretim kapasitesinin incelenmesi aşamaları planlanmıştır.

Materyal-Yöntem

İlk olarak fakültemizin bulunduğu Kütahya ili baz alınarak, Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlasında belirtilen 8 m/sn rüzgar hızı seçilmiştir. Kanat uzunluğu 40 ± 2 cm sınır şartlarına göre gereken hesaplamalar yapılmış ve bir kanat profili belirlenmiştir. Yapılan mukavemet hesaplamaları ile belirlenen kanat profili SolidWorks yazılımında modellenerek olası hataların giderilmesi için 3D yazıcı ile Akrilonitril Bütadien Stiren (ABS) polimer malzemeden prototip üretimi yapılmıştır. Prototip kanat profili üzerinde gerekli görülen iyileştirmelerin ardından yine SolidWorks programı ile hazırlanan kalıplar Kestamid (dökme Poliamid, PA) malzemeden CNC dik işlem merkezinde üretilmiştir. Burun kısmı için gerekli kapağa ait kalıbın üretilmesi ile kompozit malzemeden türbin kanadı ve burun üretimine geçilmiştir. Kompozit kanatlar 6'şar kat halinde 300 gr/m^2 ağırlıklı twill cam elyaf kumaş ve epoksi reçine sistemi kullanılarak vakum infüzyon yöntemi ile üretilmiştir. Oda sıcaklığında 24 saat kürlenmiş kompozit kanatlar ve burun parçası, alüminyum malzemeden yapılan arka kanat ve Poliamid (PA) malzemeden üretilen gövde üzerinde bir araya getirilerek türbinin montajı tamamlanmıştır.

Ön Değerlendirmeler - Sonuçlar

Üretim faaliyetlerinin ardından yapılan saha çalışmalarında yaklaşık 4 m/sn rüzgar hızında harekete geçebilen ve sürekli düzgün bir dönüş sergileyen rüzgar türbini ile 20.4 Volt gerilim ve yaklaşık olarak 1-1.4 Amper akım elde edilmiştir. Bu çalışma imalat mühendisliği öğrencilerinin bitirme tezi olarak 2.5 ay içerisinde tamamlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre daha büyük ölçekli türbinlerin üretilbileceği ve enerji üretim kapasitelerinin artırılabilceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Rüzgâr Türbini Kanadı, Fiber Takviyeli Polimer Kompozit, Yenilenebilir Enerjisi

PRODUCTION AND CHARACTERIZATION OF ZINC BORATE (2ZnO·3B₂O₃·3H₂O) AS A FLAME RETARDANT IN POLYMERIC COMPOSITES

POLİMERİK KOMPOZİTLERDE ALEV GECİKTİRİCİ OLARAK KULLANILAN ÇİNKO BORATIN (2ZnO·3B₂O₃·3H₂O) ÜRETİMİ VE KARAKTERİZASYONU

Ali YALÇIN^{1*}, Mehmet GÖNEN¹, and Devrim BALKÖSE²

1 Süleyman Demirel University, Department of Chemical Engineering,
32260, West Campus, Isparta, Turkey

2 İzmir Institute of Technology, Department of Chemical Engineering,
35430, Urla, İzmir, Turkey

ABSTRACT

Aim of the Study

Zinc Borate can be used as a fire retardant in PVC, Polyolefins, Elastomers, Polyamides, and Epoxy resins. As a polymer additive, it serves as a fire retardant synergist, char promoter, anti-drip agent, smoke and afterglow suppressant, and modifier of electrical and optical properties. The synthesis of zinc borate from boric acid and zinc oxide is the aim of this study.

Materials and Methods

Zinc borate was produced by the reaction between boric acid and zinc oxide at 70 °C and 90 °C for 5 h and by using a B₂O₃/ZnO molar ratio of 2.0. Diborontrioxide (B₂O₃) and zinc oxide (ZnO) contents of the obtained zinc borate crystals were determined by analytical titration using NaOH and EDTA, respectively. The physico-chemical properties of each zinc borate sample were identified by X-Ray diffraction (XRD), Scanning electron microscopy (SEM), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), and Thermal gravimetric analysis (TGA).

Preliminary Results

Zinc borate of 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O was produced for all cases since the X-ray diffraction diagram and FTIR spectrum were identical to that of 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O. All zinc borate samples started to lose mass at 290 °C and mass losses occurred between 12.6-13.0 % which is comparable to the calculated value of 12.69 % for zinc borate of 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O.

ÖZET

Çalışmanın Amacı

Çinko Borat, PVC, Poliolefinler, Elastomerler, Poliamidler ve Epoksi reçinelerde bir yangın geciktirici olarak kullanılabilir. Polimer katkı maddesi olarak çinko borat, yangın geciktirici bir sinerjist, kömürleştirme hızlandırıcı, damlama önleyici ajan, duman giderici, kızarma baskılayıcı, elektriksel ve optik özelliklerin modifikatörü olarak işlev görür. Çinko boratın borik asit ve çinko oksitten sentezi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

Materyal ve Metot

Çinko borat, borik asit ile çinko oksit arasındaki reaksiyonla, 70 °C ve 90 °C'de 5 saatte ve B₂O₃/ZnO molar oranı 2 kullanılarak üretildi. Elde edilen çinko borat kristallerinin, diborontrioksit (B₂O₃) ve çinko oksit (ZnO) içerikleri sırasıyla NaOH ve EDTA kullanılarak analitik titrasyon ile belirlendi. Her bir çinko borat numunesinin fiziko-kimyasal özellikleri, X-Işını kırınımı (XRD), Taramalı elektron mikroskobu (SEM), Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopi (FTIR) ve Termal gravimetrik analiz (TGA) ile belirlendi.

Sonuçların Değerlendirmesi

X-ışını kırınımı diyagramı ve FTIR spektrumu pikleri 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O ile aynı olduğu için, tüm durumlarda 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O numuneleri üretildi. Tüm çinko borat numuneleri 290 °C 'de kütle kaybı göstermeye başladı ve kütle kayıpları %12.6-13.0 aralığındadır. 2ZnO·3B₂O₃·3H₂O için hesaplanan kütle kaybı (%12.69) bu aralıktadır.

**ADHESION OF THERMOPLASTIC POLYURETHANE ON
STYRENE-ETHYLENE-BUTADIENE-STYRENE COPOLYMER
FOR SHOE SOLE APPLICATIONS: TRIBOLOGICAL,
MECHANICAL, THERMAL AND MORPHOLOGICAL
CHARACTERIZATIONS**

**AYAKKABI TABANI UYGULAMALARI İÇİN TERMOPLASTİK
POLİÜRETANIN STİREN-ETİLEN-BÜTADİEN-STİREN
KOPOLİMERİNE YAPIŞMASI: TRIBOLOJİK, MEKANİK, ISISAL
AND MORFOLOJİK KARAKTERİZASYONLAR**

Alinda Öykü Akar ^a, Ümit Tayfun ^b

a Ravago Petrochemicals, R&D Center, Kocaeli, 41420, Turkey
alinda.akar@ravago.com.tr

b İzmir Technopolis, İzmir, 35430, Turkey
umit.tayfun@imgesens.com

ABSTRACT

Purpose:

Thermoplastic polyurethane (TPU) is widely used especially in footwear industry including military applications thanks to its excellent abrasion resistance and retaining high performance even in cold environments. While TPU is preferred for extremely high abrasion resistance, Styrene-Ethylene-Butadiene-Styrene copolymer (SEBS) is preferred for shoe soles for having proper grip ability and lower costs. However, TPU outsole over-molding on SEBS midsole is very common from the performance and cost-effective side. Moreover, grip ability of SEBS for anti-slip behavior even at snow and icy surfaces and high abrasion resistance of TPU meet the requirements of a shoe sole while being combined in a design, which becomes especially important at hard climate conditions. On the other hand, due to polarity difference between TPU and SEBS, their adhesion is poor.

In this study, TPU is modified with amine functionalized SEBS using melt blending technique in order to improve adhesion properties. Properties of block copolymers composed by the reactions between the urethane linkage and amine groups of amine functionalized SEBS copolymer through 3 different polyurethane elastomeric compounds, that were prepared by the reactive melt blending technique, were investigated through this study. Afterwards, the tribological, thermal, morphological and mechanical properties of prepared composites and blends were studied and compared with neat TPU.

Materials and Methods:

Thermoplastic polyurethane (Ravathane® R130A80) was selected in this study as a commercial product of Ravago Petrochemicals (Kocaeli, Turkey). It was a polyester-type TPU with a number-average molecular weight of 149,500 g/mol and its hard segment was formed by the addition of butanediol to 4,4'-Methylene Bis(phenyl isocyanate). Amine functionalized SEBS was supplied by Asahi Kasei under a trade name of Tuftec MP10 with styrene/ethylene-butylene ratio of 30/70. The TPU was reactively blended with functionalized SEBS using twin screw co-rotating compounder (Leistritz, ZSE 27) at 200°C. The blends and composites of TPU and amine-modified SEBS were prepared with weight ratios of 75/25, 50/50, and TPU/modified SEBS/SEBS with weight ratio of 50/25/25. Test specimens were injection molded for testing according to ISO standards. After extrusion process, the products were monitored by Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy to detect product structures and conversions. Characterization through gel permeation chromatography (GPC) was done for determination of the effect of degradation on TPU chains by extrusion. The adhesion surface properties were investigated with thermal (dynamic mechanical analysis), mechanical (tensile test, shore hardness test), flow (melt flow rate) and tribological (abrasion resistance) measurements are done before blending process. The surface morphology of the TPU/SEBS blends with or without compatibilizer was examined with scanning electron microscopy (SEM).

Results and Discussion:

The sample with TPU/modified SEBS weight ratios of 50/50 gave the best results among blend samples. 50% modified SEBS addition exhibited better adhesion results as compared with 25% addition according to tensile tests. The tensile strength at the adhesion layer was found as the highest among all samples for 50/50 TPU/modified SEBS which means stitching effect of compatibilizer starts. Tensile strength, modulus and tear strength of TPU showed reduction after modified SEBS inclusions. However, adhesion layer was much more tight over 25% modifier addition. It can be concluded that reaction yield of TPU and modifier is higher when modifier composition that fed to the reactor is increased.

Keywords: Polymer-Polymer Composites, Polymer Blends, Adhesion, Mechanical Properties, Thermoplastic polyurethane.

ÖZET

Amaç:

Termoplastik poliüretan (TPU) mükemmel aşınma direnci ve soğuk ortamlarda bile koruduğu yüksek performansı sayesinde askeri uygulamaları da kapsayan ayakkabı endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. TPU yüksek aşınma direncinden dolayı tercih edilirken, Stiren-Etilen-Bütadien-Stiren kopolimeri (SEBS) ayakkabı tabanı için uygun kavrama özelliği ve düşük maliyeti nedeniyle tercih edilmektedir. Yine de, TPU dış tabanın SEBS orta tabana kalıplanması, performans ve maliyet açısından oldukça yaygındır. Bunun yanı sıra, SEBS'in kar ve buzlu yüzeylerde bile kaymaya karşı direnci sağlayan yüksek kavrama özelliği, TPU'nun yüksek aşınma dayanımı ile tasarımı birleşerek ayakkabı tabanında özellikle soğuk hava şartlarındaki gereklilikleri karşılamaktadır. Buna karşın, TPU ile SEBS arasında polarite farkı olduğundan bunların yapışmaları zayıftır.

Bu çalışmada, TPU amin uçlu SEBS ile eriyik karıştırma yöntemiyle yapışma özelliklerinde iyileşme ve uyumlaştırma amacıyla modifiye edilmiştir. Poliüretan elastomerinin uretan bağları ve SEBS kopolimerin amin uç gruplarının reaksiyonuyla ve reaktif eriyik karıştırma yöntemiyle oluşan blok kopolimerin özellikleri bu çalışmada incelenmiştir. blok kopolimerlerin uretan bağları ve SEBS'in amin fonksiyonel grupları ile reaksiyonları baz alınarak reaktif uyumlaştırma ile yapılmıştır. İkinci amin ile fonksiyonlandırılmış TPU reaktif karıştırma ile hazırlanmıştır. Sonrasında, hazırlanan kompozit ve harmanların tribolojik, ısısal, morfolojik ve mekanik özellikleri incelenmiş ve saf TPU ile kıyaslanmıştır.

Malzemeler ve Yöntem:

Ravago Petrokimya'ya ait (Kocaeli, Türkiye) ticari bir ürün olan thermoplastic polyurethane (Ravathane® R130A80) bu çalışmada kullanılmıştır. Poliester-tipinde olan TPU 149,500 gr/mol moleküler ağırlığına sahiptir ve sert kısmı bütandiolün 4,4'-Metil Bis(fenil izosiyanat) ile katılması ile oluşturulmuştur. Stiren/etilen-bütilenin 30/70 oranından oluşan amin uçlu SEBS, Tuftec MP10 ticari ismi ile Asahi Kasei'den temin edilmiştir. TPU ve amin modifiye SEBS ile çift vidalı karıştırıcı (Leistritz, ZSE 27) kullanılarak 200°C'de reaktif eriyik karıştırma yapılmıştır. TPU ve SEBS harman ve kompozitleri 75/25, 50/50 oranlarında, TPU/uyumlaştırıcı/SEBS, 50/25/25 oranında hazırlanmıştır. Test numuneleri ISO standartlarına göre enjeksiyonla kalıplanmıştır. Ekstrüzyon işleminden sonra ürünlere, dönüşümleri görme amacıyla infrared (FT-IR) spektroskopisi uygulanmıştır. Kromatografi (GPC), ekstrüzyonun neden TPU zincirlerine neden olduğu degradasyonu saptamak amacıyla yapılmıştır. Yapışma yüzey özellikleri, ısısal (dinamik mekanik analiz), mekanik (çekme testi, shore sertlik testi), akış (erime akış hızı) ve tribolojik (aşınma direnci) ölçümleri

ile araştırılmıştır. TPU/SEBS harmanlarının uyumlaştırıcı ile uyumlaştırıcısız yüzey morfolojileri taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile incelenmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma:

50/50 oranındaki TPU/SEBS örnek harmanlar arasında en iyi sonuçları vermiştir. Çekme testine göre; %50 SEBS eklenmesi, %25 oranına kıyasla daha iyi yapışma sonuçları sergilemiştir. 50/50 TPU/SEBS için yapışma yüzeyindeki çekme dayanımı örnekler arasında en yüksek olarak bulunmuştur. Bunun anlamı uyumlaştırıcının dikiş etkisinin başlamasıdır. TPU'nun çekme dayanımı, modül ve kayma dayanımı SEBS ve uyumlaştırıcı eklemelerinden sonra azalma göstermiştir. Yine de, yapışma yüzeyi %25 uyumlaştırıcı eklenmesi sonrası oldukça sıkı bulunmuştur. TPU ile uyumlaştırıcı reaksiyon verimleri, uyumlaştırıcı oranı artışı ile yüksek olarak saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Polimer-Polimer Kompozitler, Polimer Harmanlar, Yapışma, Mekanik Özellikler, Termoplastik poliüretan.

CELLULOSE EXTRACTION FROM APPLE POMACE WASTE

ATIK ELMA POSASINDAN SELÜLOZ EKSTRAKSİYONU

Arzu YALÇIN MELİKOĞLU*, Gözde KAHVECİOĞLU, Melek YÜCEL,
Tilbe BENZER, Seda BİLEK

Ege University Engineering Faculty Food Engineering Department, İzmir-
Turkey

*arzuyalcin@gmail.com

ABSTRACT

Objective: Cellulose is a valuable component of apple pomace that is obtained from the production of apple juice. Cellulose is a biodegradable biopolymer that is found in abundance and constructs the cell walls of plants. It is known that cellulose has great potential to become a widely used component in the production of eco-friendly composites. In this study we investigated cellulose extraction methods from apple pomace waste and their effects on certain characteristics of cellulose.

Materials and Method: Cellulose was extracted from apple pomace waste obtained from DİMES Fruit Juice Ind. Trade. Corp. by two different methods (i) Method-1: cellulose acquisition from alkaline environments, (ii) Method 2: acid hydrolysis. In both methods 30 g dried apple pulp was left in 500 ml benzene/ethanol (2:1 v/v) over overnight and at room temperature to remove oils and waxes. The solution was passed through cheesecloth and the residue dried for 24 hours at 50o C. In Method-1, 5 g of pre-treated sample was added to 150 ml of distilled water, set to pH 11.5 (2% H₂O₂ 4M NaOH) and treated in a rinsing bath for 16 hours at 50o C. The samples were filtered through cheesecloth and rinsed in distilled water until the sediment pH value was 7 before being left to dry overnight at 60o C and being ground at the following day. In Method-2, the samples were left in 1.4% sodium chloride (1000 ml) with a pH value of 3-4 regulated by acetic acid for 3 hours at 70o C and this step was repeated three times until the lignin was completely removed. After the samples were filtered through cheesecloth, they were washed with distilled water. The samples were left in 600 ml 5% KOH solution for 4 hours at 90o C and filtered after the hemicellulose was removed. The residue was washed in distilled water a few times and dried in a drying oven for 24 hours at 50o C before being ground. Some characteristics of cellulose obtained from waste apple pulp using two different methods such as color values (L*, a*, b*), and cellulose extraction efficiency were determined. FTIR is also used to determine the characteristics of cellulose.

Preliminary Assessments: It was observed that cellulose recovery was higher for Method-1 ($24.3\% \pm 0.2$) than Method-2 ($21\% \pm 0.3$). When color values for the cellulose samples were examined, L^* (lightness) was higher for Method-1 (50.11 ± 0.16) than Method-2 (37.2 ± 0.04). The FTIR spectra for the cellulose showed that both samples were compatible with the characteristic band of cellulose and lignin had been completely removed

Key words: Apple pomace waste, cellulose, biopolymer

ÖZET

Amaç: Elma suyu üretiminde atık olarak ortaya çıkan elma posasının değerli bir içeriği olan selüloz, bitkilerde hücre duvarını oluşturan ve bol miktarda bulunan yenilenebilir, biyobozunur bir biyopolimerdir. Selülozun, çevre dostu kompozitlerin üretiminde yaygın kullanım potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Bu çalışma kapsamında elma suyu işleme tesisi atığı olan elma posasından selüloz ekstraksiyonu ve farklı ekstraksiyon yöntemlerinin selülozun bazı karakteristik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Materyal-Yöntem: DİMES Meyve Suyu San. Tic. A.Ş.'den tedarik edilen atık elma posasından selüloz ekstraksiyonu 2 farklı yöntemle (i) Yöntem-1; alkali ortamda selüloz eldesi, (ii) Yöntem-2; asit hidroliz yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Her iki yöntemde de ön işlem olarak 30 g kurutulmuş elma posası 500 ml benzen/ etanol (2:1v/v) karışımında bir gece oda sıcaklığında bekletilerek yağ ve vakslarından uzaklaştırılması sağlanmıştır. Çözelti teleme bezinden geçirilerek elde edilen kalıntı 50o C'de 24 saat kurutulmuştur. Yöntem-1'de ön işlemlerden geçmiş 5 g örnek 150 ml'ye destile su ile tamamlanarak pH 11,5'e ayarlanmış (%2 H₂O₂ ve 4 M NaOH) ve çözelti 50o C'de çalkalamalı su banyosunda 16 saat muamele edilmiştir. Örnekler teleme bezinde süzildükten sonra çökeltinin pH'ı 7 olana kadar destile su ile durulanmış ve ardından 60 oC'de bir gece kurumaya bırakılmış ve öğütülmüştür. Yöntem-2'de ise ligninin uzaklaştırılması için %1,4 sodyum klorit (1000 ml) ve asetik asit ile pH 3-4 ayarlanarak 70o C'de 3 saat örnekler bekletilmiş ve bu işlem basamağı 3 kez tekrarlanarak ligninin tamamen uzaklaştırılması sağlanmıştır. Örnekler teleme bezinden süzülerek destile su ile yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. 600 ml %5 KOH çözeltisinde 4 saat 90o C'de bekletilen örneklerde hemiselülozun uzaklaştırılması sağlandıktan sonra örnekler süzümüştür. Kalıntı destile suda birkaç kez yıkandıktan sonra 50o C'de 24 saat etüvde kurutulmuş ve sonrasında öğütülmüştür. Atık elma posasından iki farklı yöntemle ekstrakte edilen selülozun bazı karakteristik özellikleri, renk değerleri (L^* , a^* , b^*) ve selüloz verimi incelenmiştir. Farklı yöntemlerle elde edilen selülozun karakteristik özelliklerinin belirlenmesinde FTIR

(Fourier Dönüşümlü Infrared Spektrofotometre) spektrumlarından faydalanılmıştır.

Ön Değerlendirmeler: Atık elma posasından Yöntem-1 ile ekstrakte edilen selülozun $24,3 \pm 0,2$ verim ile Yöntem-2'den ($21 \pm 0,3$) daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Selüloz örneklerinin renk değerleri incelendiğinde Yöntem 1'le elde edilen selülozun L^* (parlaklık) değerinin ($50,11 \pm 0,16$), Yöntem-2 ($37,2 \pm 0,04$) ile elde edilen selüloz örneklerinden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Selülozların FTIR spektrumlarına bakıldığında her iki yöntemle elde edilen selüloz örneklerinin, selüloza ait karakteristik bantlarla ve birbiriyle uyumlu olduğu ve lignin kalıntısı olmadığı ligninin tamamen uzaklaştırıldığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Atık elma posası, selüloz, biyopolimer

PHTHALATE FREE PLASTICIZER SYNTHESIS FRIENDLY FOR HUMAN HEALTH AND ENVIRONMENT

İNSAN SAĞLIĞI VE ÇEVREYE DUYARLI, FTALAT İÇERMİYEN PLASTİFİYAN SENTEZİ

Aslı TOPTAŞ TAĞ, Kadri UZUN

DYO BOYA FABRİKALARI SANAYİ ve TİCARET A.Ş.

Atatürk Organize Sanayi Bölgesi 10003 Sokak No:2 35620 Çiğli/İZMİR-
TÜRKİYE

asli.toptas@dyo.com.tr, kadri.uzun@dyo.com.tr

ABSTRACT

Aim

Eco-friendly products are important issues for Europe and all the countries of the world. With the increased environmental awareness, some chemicals have been limited both in terms of environment and human health. In the near future, the use and production of phthalates and phthalate based products are foreseen to be completely prohibited. For this reason, the design of phthalate free products are preferential. There are commercial products that do not contain phthalates in the market. Some have failed to give targeted performance, some distorted the film properties of coatings. In this respect, it is aimed to develop a phthalate free product having high content of solid and low content of solvent that can be used as a primary plasticizer for solvent-based and water-based coating systems. The fact that the synthesis of phthalate-free plasticizer carried out by our company will bring a great prestige to our country as nationally. It is envisaged that the product can be utilizable in many sectors because of the usability in solvent-based and water-based systems.

Keywords

Plasticizer, plastifying, additives

Material-Method

Different types of glycols, alone or in mixtures, are used in the esterification reaction with benzoic acid in the presence of a suitable catalyst and at a certain temperature. If there is a color problem in the final product, a second process can be used to remove the color. In this study, in order to avoid color problem in the synthesis process, the addition of the appropriate color removal agent to the reaction environment is an important step of the project. The color of the plasticizer was determined according to the standards of Gardner. Solid content was determined according to TS EN ISO

3251, viscosity measurements were done according to DIN 53211, ASTM D 1200 standards.

Results and Discussion

The temperature range for the synthesis is selected 200-240 0C. The type and amount of the catalyst was differentiated and the reaction was carried out until the acidity was lowered to 1% (as benzoic acid). The solid content of the product was found to be 96 %. Viscosity was in the range of 80-100 cps. One of the main difficulties that can be experienced in transition from laboratory work to serial production on an industrial scale is excess of the reaction period. The choice of the appropriate catalyst and the optimize the quantity of that are the subjects that will study for gain energy.

ÖZET

Amaç

Çevre dostu ürünler Avrupa'nın ve tüm dünya ülkelerinin önem verdiği bir konudur. Çevre duyarlılığının artmasıyla birlikte bazı kimyasallara hem çevre hem de insan sağlığı açısından sınırlandırmalar getirilmiştir. Yakın gelecekte, ftalatların ve ftalatlı ürünlerin kullanımı ve üretiminin tamamen yasaklanması öngörülmektedir. Bu sebeple, ftalat içermeyen ürünlerin tasarımı ön planda tutulmaktadır. Pazarda ftalat içermeyen ticari ürünler olmakla birlikte, bir kısmı istenen plastifiyan performansını gösterememiş, bir kısmı ürüne girdiğinde ürün film özelliklerini bozmuştur. Bu doğrultuda solvent bazlı ve su bazlı boya sistemleri için, ftalat içermeyen yüksek katı, düşük solvent içerikli, tek başına plastikleştirici olarak kullanılabilecek (birincil plastifiyan) bir ürün geliştirmek amaçlanmaktadır. Ftalat içermeyen plastifiyan ürün sentezinin firmamız tarafından yapılacak olması, ulusal anlamda ülkemize büyük bir prestij kazandıracaktır. Hem su bazlı hem de solvent bazlı sistemlerde kullanılabilirliğinden dolayı plastifiyanın pek çok sektörde kullanım alanı bulacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler

Plastifiyan, plastikleştirici, katkılar

Materyal-Yöntem

Farklı tip glikoller, tek başına ve karışım halinde kullanılarak, benzoik asit ile uygun katalizör varlığında ve sıcaklıkta esterleşme reaksiyonuna girerler. Sentez sonrası nihai üründe renk sorununun oluşması durumunda ikinci bir proses ile üründen renk uzaklaştırılması yönünde çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada ise sentez üründe renk sorunu ile karşılaşılması için uygun renk uzaklaştırıcı ajanın reaksiyon ortamına ilavesi projenin önemli bir ayağını oluşturmaktadır. Proje çıktısı plastifiyan üründe renk ölçümleri Gardner, katı

madde tayini TS EN ISO 3251 standartlarına göre, viskozite ölçümleri DIN 53211, ASTM D 1200 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Sonuçlar ve Ön değerlendirmeler

Sentez çalışmalarının gerçekleştirilmesi için uygun sıcaklık aralığı 200-2400C olarak belirlenmiştir. Asitlik %1'in (benzoik asit cinsinden) alt değerine düşene kadar 8-24 saat aralığında katalizör tipi ve miktarı farklılaştırılarak çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Ürünün katı madde içeriği %96 olarak bulunmuştur. Viskozite 70-80 cps aralığındadır. Laboratuvar çalışmalarından endüstriyel boyutta seri üretime geçişte yaşanabilecek temel zorluklardan birisi de reaksiyon süresinin laboratuvar ölçekli çalışmalara kıyasla daha uzun sürmesidir. Bu sorunun önüne geçmek ve enerji anlamında kazanç sağlamak için uygun katalizör seçimi ve miktarının optimizasyonu çalışılacak konular arasındadır.

*Bu proje TUBITAK tarafından TEYDEB 3151000 proje numarası ile desteklenmektedir.

POLY(PROPYLENE FUMARATE)(PPF) BASED COMPOSITES AS SCAFFOLDS FOR BONE TISSUE ENGINEERING

PPF BAZLI KOMPOZİTLERİN KEMİK DOKU MUHENDİSLİĞİNDE KULLANILMAK ÜZERE HAZIRLANMASI VE KARAKTERİZASYONU

Avram Aruh, Erde Can, Gökem Cemali
Yeditepe Üniversitesi

ABSTRACT

Autologous and allogeneous bone grafts or permanent prosthetic implants have been widely used in clinical treatment of bone damages. There are various problems associated with these techniques such as availability and adverse immune response, thus a biodegradable material which acts not only as a structural support to the damaged area but also acts as a scaffold that guides bone formation is a convenient solution to these problems. Polypropylene fumarate (PPF) is an unsaturated polyester that can be cross-linked with a suitable vinyl monomer to give a biocompatible and biodegradable thermoset. N-vinyl pyrrolidone (VP) is one monomer that is widely used with PPF and there are various studies in literature on different compositions of PPF/VP and their composites with inorganic additives designed to be used as scaffolds for bone tissue engineering. In this study, PPF was synthesized by a polycondensation reaction of fumaric acid and propylene glycol. PPF pre-polymer was then cured with two different phosphonic acid based monomers: vinyl phosphonic acid (VPA) and diethyl vinyl phosphonate (VPES) in the presence of a radical initiator via thermal cure, UV cure and body temperature cure (37 °C). The use of VPA and VPES instead of vinyl pyrrolidone is expected to increase both the biocompatibility and osteoblast activity. In addition, beta-tricalcium phosphate (β -TCP) was added to PPF/VPA and PPF/VPES formulations, and composites were prepared in order to improve the mechanical properties and osteoconductivity. Na²²Cl etching method was used to create a porous structure for the composite materials. The prepared PPF pre-polymer was characterized via FT-IR and ¹H-NMR spectroscopy and its molecular weight was determined via gel permeation chromatography (GPC). Cure reactions of the prepared formulations were followed via DSC analysis. The hydrophilicity of thermal and UV cured PPF/VPA/ β -TCP and PPF/VPES/ β -TCP composites were examined by dynamic contact angle with water measurements and equilibrium water content analysis. Compressive properties of the resulting materials are determined via compression tests and thermal stabilities of prepared materials were examined via thermogravimetric analysis (TGA). The porosity of the prepared composites were analyzed via SEM analysis and weight loss measurements upon leaching.

ÖZET

Günümüzde, otolog ve allojenöz protez implant metodu ile tedavi yöntemi yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin kullanılmasında, malzeme bulunabilirliği veya ters bağışıklık sistemi etkilerinin bulunması yeni bir metodun bulunmasında öncülük gösterdi. Biyobozunur ve biyoçözünür malzemelerin bu alanda kullanımında, implante edilen malzemelerin sadece fiziksel destek sağlamak dışında, insan hücresi büyümesinde de önemli derecede rol aldığı görüldü.

Poli (Propilen Fumarat) (PPF), fumarat çift bağı ile çapraz bağlanabilir, doymamış doğrusal hidroforbik poliesterdir. Biyoyumlu, biyolojik olarak parçalanabilir, biyobozunur, osteokondüktif olabilir ve kolay uygulanabilir ve enjekte edilebilir. Bu özelliklerinden dolayı kemik doku mühendisliği uygulamaları için gelecek vadeden bir malzemedir. PPF, fumarik asit bazlı doğrusal bir poliesterdir. Oda sıcaklığında vizkoz bir sıvı olan PPF'nin temel dezavantajı, polimerin tutumunu biraz hantal yapar.

Bu projede, polipropilen fumarate sentezlenerek, vinil fosforik asit (VPA) ve fosfonik asit dietil ester (VPES) bazlı iki monomer varlığında kür edildi ve oluşan polimerler karakterize edildi. Deneysel kısımda, polipropilen fumarat iki metot ile sentezlendi ve yüksek molekül ağırlıklı ve düşük moleküler ağırlıklı PPF elde edildi. Yüksek sıcaklıkta sertleştirilmiş numuneler, 37° C sertleştirilmiş numuneler ve UV polimerizasyonu ile sertleştirilmiş numuneler ve ayrıca bunların kompozitleri hazırlanarak karakterize edildi. Yüksek sıcaklıkta sertleştirilmiş numunelerin hazırlanması için düşük molekül ağırlıklı PPF kullanıldı. PPF/VPA veya PPF/VPES barları hazırlamak için, önceden belirlenmiş miktarda VPA ve VPES monomerleri ve radikal başlatıcı olarak bilinen benzoil peroksit kullanıldı. Vücut ısında kür çalışmaları için yüksek molekül ağırlıklı PPF polimeri kullanıldı. Vücut sıcaklığı kür çalışmalarında, sıcaklık, malzemenin enjekte edilebilir şekilde kullanılması için vücut sıcaklığı olan 37 °C'ye ayarlandı. 37 °C'de kür reaksiyonları için benzoil peroksit ek olarak reaksiyon katalizörü olarak N, N Dimetil Toluidin kullanıldı. UV kür çalışmaları için ise, düşük molekül ağırlıklı PPF polimeri kullanıldı. UV kür için, radikal başlatıcı olarak fenil-bis (2,4,6-trimetilbenzoil) fosfin oksit (BAPO) kullanıldı. PPF polimeri, genellikle özelliklerini geliştirmek için β -trikalsiyum fosfat (β -TCP), kalsiyum karbonat veya kalsiyum sülfat gibi seramik malzemeler ile birleştirilir. Bu çalışmada ise, kompozit numuneleri hazırlamak için β -trikalsiyum fosfat kullanıldı.

Kür edilmiş PPF polimer ve kompozit örnekleri DSC ile analiz edildi ve termal parçalanma profilleri TGA ile karakterize edildi. İlaveten, UV kür edilmiş PPF polimerlerinin biyobozunma hızları ağırlık kaybı ve pH değişimi ölçümleri analiz edildi.

EVALUATION OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS*) COMPONENTS IN POLYMER COMPOSITE PRODUCTION

SARIÇAM (*PINUS SYLVESTRIS*) ODUN BİLEŞENLERİNİN POLİMER KOMPOZİT ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Ayberk AYDOĞMUŞ¹, Sezen IRMAK², Nilgöl ÇETİN¹, Nihat Sami
ÇETİN¹

¹ Department of Forest Industry Engineering, İzmir Katip Çelebi University,
Faculty of Forestry, İzmir, Turkey.

² Biocomposite Engineering, İzmir Katip Çelebi University, Faculty
Interdisciplinary Sciences, İzmir, Turkey.

¹ ayberkaydogmus@gmail.com ² sezen.irmak5@gmail.com
¹ nihats.cetin@ikc.edu.tr ¹ nilgul.cetin@ikc.edu.tr

ABSTARCT

Aim

Wood components are highly environmentally the reasons why are biodegradable and renewable compared to petroleum-derived polymers. At the same time, although the specific weight is low compared to other polymers, it has sufficient strength properties. For this reason, wood is generally used as a reinforcing material in polymeric composites. In recent years, with the significant increase in the use of wood plastic composites, the studies in this area have gained importance. In this study, it was aimed to evaluate scots pine (*Pinus sylvestris*) wood, which is common in our country, in composite production. In this study, the mechanical and morphological characteristics of 3 different polymer composites, which one of these produced from alfa - cellulose that was isolated from the scots pine wood, another is flour and the others is bark, were investigated. High density polyethylene (HDPE) was selected as a polymer matrix for the composite products produced and the effect of these components was investigated by adding 10 to 30% of scots pine component.

Material and method

Firstly, scots pine wood and shells have been made into flour by mechanical grinder. Then the cellulose of the scots pine has been treated with alkali to obtain cellulose. Polymeric composite production have been carried out by means of a hot press with these three scots pine component with HDPE.

FTIR, SEM, Mechanical and physical properties were performed on the produced samples.

Discussion and recommendations

In general, wood components have been added as a reinforcing material in the polymeric composite. Wood flour added up to a certain amount does not cause a negative effect on the mechanical properties. If high mechanical properties are not desired at the end-use site, incorporation of wood into the composite material will be reduce the use of petroleum-derived polymers and contribute to the production of more environmentally more aesthetically pleasing and more lighter composite products.

Keywords: Scots pine wood, Scots pine cellulose, Scots pine bark, Wood plastic composites, High density polyethylene, Polymer Composite

ÖZET

Amaç

Odun bileşenleri petrol türevli polimerlere kıyasla biyolojik olarak bozunabilir ve tekrar yenilebilir olması sebebiyle oldukça çevrecidir. Aynı zamanda diğer polimerlere kıyasla özgül ağırlığı düşük olmasına karşın yeterli dayanım özelliklerine sahiptir. Bu sebeple odun, polimerik kompozitler içerisinde genellikle takviye maddesi olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda odun plastik kompozitlerin kullanımında önemli artışlar görülmesiyle birlikte bu alandaki çalışmalar önem kazanmıştır.

Bu çalışma kapsamında ülkemizde yaygın olarak bulunan sarıçam (*Pinus sylvestris*) odunun kompozit üretiminde değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmada, sarıçam kabuklarından, odun unundan ve sarıçamdan izole edilen selülozdan üretilen 3 farklı polimer kompozitin mekanik ve morfolojik özellikleri araştırılmıştır. Üretilen kompozit ürünlerde polimer matris olarak yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) seçilmiş ve %10 ile %30 arasında sarıçam bileşeni ilave edilerek bu bileşenlerin oluşturduğu etki incelenmiştir.

Materyal ve Metot

Öncelikle sarıçam odunu ve kabukları mekanik öğütücü vasıtasıyla un haline getirilmiştir. Daha sonra sarıçam odunundan alfa-selüloz eldesi gerçekleştirilmiştir. Ardından sıcak pres vasıtasıyla bu üç sarıçam bileşenin YYPE ile polimerik kompozit üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen kompozitlerin FTIR, SEM, mekanik ve fiziksel özellikleri karakterize edilmiştir.

Tartışma ve Öneriler

Genel olarak yapılan çalışmalarda, odun bileşenleri polimerik kompozit içerisine takviye maddesi olarak ilave edilmiştir. Belirli bir orana kadar ilave edilen odun unu mekanik özelliklerde olumsuz bir etkiye sebep olmamaktadır. Şayet son kullanım yerinde yüksek mekanik özellikler arzu edilmiyorsa kompozit malzeme içerisine katılması petrol türevli polimerlerin kullanımını azaltacak buna paralel, daha çevreci daha estetik görünümlü ve daha hafif kompozit ürünler üretilmesine katkıda bulunacaktır.

Anahtar kelimeler: Sarıçam odunu, Sarıçam selülozu, Sarıçam kabuğu, Odun plastik kompozitleri, Yüksek yoğunluklu polietilen, Polimer Kompozit

PRODUCTION OF NATURAL FIBER REINFORCED COMPOSITE MATERIALS FROM THERMOPLASTIC PROCESS WASTE

TERMOPLASTİK PROSES ATIKLARINDAN DOĞAL LİF TAKVİYELİ KOMPOZİT MALZEME ÜRETİMİ

Ayça Şahika Şahin¹, Sami SAYER², Emine Çınar YENİ³, Anzer YAŞAR⁴

¹ Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Bölümü, İzmir

² Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksekokulu, Polimer Teknolojisi Bölümü, İzmir

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makina Mühendisliği Bölümü, İzmir

⁴ Katip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makina Mühendisliği Bölümü, İzmir

aycasahikasahin@gmail.com

ABSTRACT

Due to the difficulty in recycling composite materials, health and safety concerns and a rise in awareness concerning ecology, the production of “composites consolidated by natural fibers” has currently reached interesting heights. Processability, concentration of consolidating agents, behavior of these agents within the composite material and their effects on the characteristics of the material are the focal points, particularly for the production of composites consolidated by natural fibers.

The objective of this study is to evaluate natural fiber waste and thermoplastic process waste. To this end, the potential of adding “jute” as a natural consolidation agent in order to enhance strength and add modules to PP raw material gained from the production of Polypropylene (PP) and the characteristics of PP/Jute composite material were examined. Jute is a plant fiber that originates in India, is cellulose based (70%) and contains amorphous microfibrils such as hemi cellulose (20%) and lignin (13%). Jute is used to make sacks and after the textile is cut during garment production, the waste is not used but burnt to save energy. However this waste has the potential to be used as a natural alternative to synthetic consolidation agents such as fiberglass or Kevlar since it is cheap, easy to process and possesses certain mechanical properties. This study evaluated jute cut offs from the firm Ege Çuval (10 piece canvas: 311 gram/yard²). The waste jute from

garment production was split into 15-18 mm strings and pressurized air was used to form jut fibers. The oils, waxes etc. found on the oily strata of the jute fibers were cleaned in a laboratory setting (23° C, 50% RH) and placed in 2% NaOH solution for 2h before being dried in a drying oven for 24 h at 50° C. In order to facilitate the maximum adhesion between PP and jute, the dried jute fibers were left in 0.3% Silane (Dow Corning, product code Z-6030) for 2h. The PP/jute mixture was compounded at 170° C in a double screwed extruder. Standard tensile specimens were produced from the mixed PP/jute granules in an 180° C injection machine and the physical and mechanical characteristics of the composite material were evaluated. The control specimen that did not contain any natural consolidation agent (jute) had a tensile strength of 28,3 MPa, whereas in the PP/Jute composite with 5% jute, the tensile strength increased to 29,6 MPa and the elongation at break decreased from 7,9% (control) to 5,5%. In this study it has been shown that jute was effective in enhancing the tensile strength but lowered the elasticity, and that jute had potential as a natural consolidation agent in composite production. It is concluded that there are cost and ecological benefits to using plant fibers, especially jute, in the production of composite materials.

Key words: thermoplastic process waste, natural fiber waste, composite.

ÖZET

Kompozit malzemenin geri dönüşümünde karşılaşılan zorluklar, sentetik liflere ilişkin artan sağlık ve güvenlik endişelerinin yanı sıra artan çevre bilinci nedeniyle, polimerik malzemelerin doğal lifler ile desteklenerek “doğal lif takviyeli kompozitlerin” üretimleri ve kullanımları günümüzde dikkat çekici bir noktaya ulaşmıştır. Özellikle doğal lif takviyeli kompozit malzemelerin üretimi, proses edilebilirliği, takviye ajanlarının konsantrasyonu, kompozit malzeme içerisindeki davranışı ve malzeme özelliklerine etkisi gibi konular araştırmacıların ilgi odağı olmuştur.

Bu çalışmada; doğal elyaf atıkları ile termoplastik proses atıklarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, Polipropilen (PP) granül üretiminde toz halinde atık olarak ortaya çıkan PP hammaddeye yüksek mukavemet ve modül kazandırmak amacıyla doğal takviye ajanı olarak “jüt”ün kullanım potansiyeli ve PP/Jüt kompozit malzemenin özellikleri incelenmiştir. Jüt, anavatanı Hindistan olan, toprakta kendiliğinden bozunabilen, selüloz esaslı (%70), hemiselüloz (%20) ve lignin (%13) gibi amorf karakterli mikrofibriller içeren bitkisel bir lif türüdür. Çuval üretiminde kullanılan jüt kumaşları, konfeksiyon sonrasında kesildikten sonra herhangi bir şekilde değerlendirilmemekte, sadece yakılarak enerji kazanımı

sağlamaktadır. Oysaki bu atıklar, ucuz olması, kolay işlenebilmesi ve mekaniksel özellikleri nedeniyle cam elyaf ve kevlar gibi sentetik elyaflara alternatif doğal takviye ajanı olarak kullanım potansiyeline sahiptir. Çalışmada Ege Çuval firmasından temin edilen jüt çuval kenar atıkları (10' luk kanaviçe: 311 gram/yarda²) değerlendirilmiştir. Konfeksiyon sonrasında atık olarak ortaya çıkan jüt çuval kenarları 15-18 mm uzunluğunda ipliklerine ayrılmış, basınçlı hava gönderilerek jüt elyaflarının oluşumu sağlanmıştır. Jüt elyafları yüzeyindeki yağ, vaks v.b yağlı tabakaların temizlenmesi için, laboratuvar ortamında (23 °C, %50 RH de) %2 NaOH çözeltisi içinde 2h bekletilmiş ardından etüv içerisinde 50 °C sıcaklıkta 24 h süre ile kurutmuştur. PP ve jüt ara yüzeyindeki maksimum tutunmayı sağlayabilmek için, bir önceki aşamada kurutulmuş olan jüt elyaflar 0.3% Silane (Dow Corning, ürün kodu Z-6030) çözeltisi içinde 2h bekletilmiştir. PP/Jüt karışımı malzemeler çift vidalı ekstrüderde 170 °C sıcaklıkta kompaund haline getirilmiştir. Elde edilen PP/jüt karışımı granüllerden enjeksiyon makinasında 180 °C sıcaklıkta standart çekme çubukları üretilerek, kompozit malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerinin incelenmesi sağlanmıştır. Doğal takviye ajanı içermeyen (jüt) kontrol numunesinin çekme mukavemeti 28.3 MPa iken %5 Jüt içeren PP/Jüt kompozit malzemenin çekme mukavemetinin 29,6 MPa'ya yükseldiği, kopmadaki uzama değerinin ise % 7,9 (kontrol), %5.5'e düştüğü belirlenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada, PP malzemenin çekme mukavemetinin geliştirilmesinde jütün etkili olduğu ancak elastikiyetini azalttığı, jütün doğal takviye ajanı olarak kompozit üretiminde kullanım potansiyelinin bulunduğu belirlenmiştir. Özellikle bitkisel bir lif olan jütün kompozit malzeme üretiminde kullanımının yaygınlaşmasının maliyet avantajı ve çevresel sorunların giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler; termoplastik atıklar, doğal elyaf atıkları, kompozit

SYNTHESIS OF POLYURETHANE BIONANOCOMPOSITE FILMS FROM RENEWABLE RESOURCES

YENİLENEBİLİR KAYNAKLARDAN POLİÜRETAN BİYONANOKOMPOZİT FİLMLERİN SENTEZLENMESİ

Aysun Ekinci¹, Gülay Bayramoğlu¹

¹Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova University,
Yalova, 77100, Turkey
ekinci_aysun@hotmail.com

ABSTRACT

In recent years, vegetable oil based polyols recieved large attention due to availability, biodegradability and low toxicity compared to conventional petroleum-based polyols in industrial applications. Vegetable oils are one of the most important raw materials for bio-based thermosetting polymers. Vegetable oil based polyurethane is obtained by the reaction of polyol from vegetable oils and diisocyanate as environmentally friendly material. Polyurethane/ nanocellulose fiber nanocomposite films were prepared from epoxidized vegetable oils in various ratio epoxidized vegetable oils with isophorone diisocyanate (IPDI) and characterize them.

Objective

In this study, our objective was to synthesize bionanocomposites from epoxidized vegetable oils and nanocellulose fiber (NCF) via in situ free radical polymerization reaction and characterize them.

Material and Method

Vegetable oil based polyols were prepared from rapeseed oil, corn oil and hazelnut oil. Nanocellulose fiber was synthesized from agricultural crops residues. bionanocomposites from epoxidized vegetable oils and nanocellulose fiber via in situ free radical polymerization reaction. The epoxidation process of rapeseed oil, corn oil and hazelnut oil and curing process with isophorone diisocyanate (IPDI) invastegated by fourier transform infrared (FTIR) and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy using these technique. The curing behavior was determined by following the consumption of the oxirane ring and emergence of the urethane groups. The morphology of bio-based nanocomposite films were systematically investigated by scanning electron microscopy (SEM). The effect of increased nanofiller loading in thermal properties of the nanocomposites was investigated by thermogravimetric analysis (TGA).

Results and Discussion

Polyurethane/NCF nanocomposite films were prepared from epoxidized vegetable oils in various ratio epoxidized vegetable oils and IPDI. The polyurethane/NCF nanocomposite films of properties was shown dependent on the vegetable oil composition, degree of epoxidation and ratio between epoxidized vegetable oils and IPDI.

Keywords: Bionanocomposite, nanocellulose, polyurethane

Acknowledgement: This work was supported by TÜBİTAK project no 114M82.

ÖZET

Son yıllarda, endüstriyel uygulamalarda bitkisel yağ esaslı polioller petrol esaslı geleneksel poliollere kıyasla, ulaşılabilirlik, biyobozunurluk ve düşük toksisite özelliklerden dolayı büyük ilgi toplamaktadır. Bitkisel yağlar biyo esaslı termoset polimerler için önemli bir hammadde kaynağı oluşturmaktadır. Bitkisel yağ esaslı çevre dostu poliüretan ürünler, bitkisel yağlardan elde edilen polioller ve diizosiyanatın reaksiyonu sonucunda elde edilir. Poliüretan/nanoselüloz fiber nanokompozit filmler farklı oranlarda epokside yağ ve izofuran diizosiyanat (IPDI) kullanılarak hazırlanmıştır ve karakterize edilmiştir.

Amaç

Bu çalışmada, biyonanokompozitlerin epokside bitkisel yağlar ve nanoselüloz fiber (NCF) kullanılarak in situ serbest radikal reaksiyonu ile sentezlenmesi ve daha sonra sentezlenen bionanokompozitlerin ısııl özelliklerinin karakterize edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Fındık yağı, kanola yağı ve mısır yağı kullanılarak bitkisel yağ esaslı polioller elde edilmiştir. Tarımsal atıklar kullanılarak nanoselüloz fiber sentezlenmiştir. Biyonanokompozitler epokside bitkisel yağ ile nanoselüloz fiberin in situ serbest radikalik polimerizasyon reaksiyonu sonucunda hazırlanmıştır. Fındık yağı, kanola yağı ve mısır yağının epoksidasyon süreci ve epokside bitkisel yağlar ile IPDI kurlenme süreci Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Kurlenme davranışı, oksiran halkalarının tükenmesi takiben üretan gruplarının oluşumunu izlemektedir. Biyonanokompozit filmlerin morfolojik özellikleri sistematik olarak taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Nanokompozitlerin ısı özelliklerine, nanodolgunun yükleme derecesinin etkisi, ısı gravimetrik analiz (TGA) yöntemi ile araştırılmıştır. Epoksida bitkisel yağlar kullanılarak farklı oranlarda epoksida yağ ve IPDI kullanılarak poliüretan/NCF nanokompozit filmler hazırlanmıştır. Poliüretan/NCF nanokompozit filmlerin özellikleri bitkisel yağların bileşimi, epoksidasyon derecesi ve epoksida bitkisel yağ ile ızofuran diizosiyanat oranına bağlı olarak değişim gösterdiği saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Biyonanokompozit, nanoselüloz, poliüretan

Teşekkür: TÜBİTAK 114M828 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

DEVELOPMENT OF HIGH PERFORMANCE ANTIBACTERIAL FOOD PACKAGING BASED NANOCELLULOSE

NANOSELÜLOZ ESASLI YÜKSEK PERFORMANSLI ANTİBAKTERİYEL GIDA AMBALAJI GELİŞTİRİLMESİ

Aysun Ekin¹, Gülay Bayramoğlu¹

¹Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova University, Yalova,
77100, Turkey

ekinci_aysun@hotmail.com

ABSTRACT

Biobased polymeric materials are developed in various innovative applications such as food packaging, medical products and composite applications due to their improved mechanical, thermal and optical properties as compared to petroleum based polymeric materials. Cellulose, which is one of the most abundant biomass in the nature and extracted from bacterial species, plants and agricultural products, has an important role in production of biobased materials. It has various advantages such as low cost, non-toxic, sustainable and lightweight. Also, its film forming capacity which make them an alternative to petroleum based currently food packaging films.

Objective

The purpose of cellulose nanocrystal (CNC) based nanocomposite film is to preserve the quality and safety. In this study, our objective was to synthesize and characterize high performance biobased antibacterial food packaging films which has biodegradable, renewable and sustainable.

Material and Method

Prepared epoxidized hazelnut-oil based polymeric matrix due to preparing of antibacterial food packaging films. Cellulose nanocrystals (CNC) extracted from agricultural waste. Nanocomposite film prepared via in situ free radical polymerization reaction which are developed antibacterial activity. The films were analysed in terms of mechanical and thermal behaviour. The vegetable oil epoxidation process investigated by fourier transform infrared (FTIR) and nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy.

Results and Discussion

The effect of CNC loading in thermal and mechanical properties of the bionanocomposites was investigated by thermogravimetric analysis (TGA) and dynamic mechanical analysis (DMA). The bionanocomposite films was shown oxygen barrier properties and lowest thermal degradation rate at 3 wt% CNC loading. Finally, specific properties of the bionanocomposite films were evaluated facing the possible use in packaging applications.

Keywords: Bionanocomposite, nanocellulose, epoxidation

Acknowledgement: This work was supported by TÜBİTAK project number 114M828.

ÖZET

Biyo esaslı polimerik malzemeler mekanik, termal ve optik özellikleri sayesinde petrol esaslı polimerik malzemelerinin kullanıldığı gıda ambalajı, medikal ürünler ve kompozit uygulamaları gibi çeşitli yenilikçi uygulamalarda kullanılmaktadır. Biyo esaslı malzemelerde önemli rol oynayan selüloz, doğada en çok bulunan biyokütle ürünü olup bakterilerden, bitkilerden ve tarımsal atıklardan elde edilmektedir. Selüloz ucuz, toksik olmayan, sürdürülebilir ve hafif olmak gibi çeşitli avantajlara sahiptir. Selüloz bu özelliklerinin yanında film oluşturabilme özelliği sayesinde mevcut olarak kullanılan petrol esaslı gıda ambalajlarına alternatif oluşturmaktadır.

Amaç

Nanoselüloz kristal (CNC) esaslı filmin amacı güvenli ve kaliteli koruma sağlamaktır. Bu çalışmada, biyobozunur, yenilenebilir ve sürdürülebilir yüksek performanslı antibakteriyel biyo esaslı gıda ambalajlarının sentezlenmesi ve karakterize edilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Antibakteriyel gıda ambalaj filmleri için epoksida fındık yağı esaslı polimer matris hazırlanmıştır. Ayrıca tarımsal atıklar kullanılarak selüloz nanokristalleri (CNC) hazırlanmıştır. Antibakteriyel özellikli nanokompozit filmler in-situ serbest radikal polimerizasyon reaksiyonu ile hazırlanmıştır. Filmler termal ve mekanik açıdan incelenmiştir. Bitkisel yağın epoksidasyon süreci Fourier transform infrared spektroskopisi (FTIR) ve nükleer manyetik rezonans (NMR) spektroskopisi ile incelenmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Biyonanokompozitlerin ısı ve mekanik özellikleri, CNC yükleme derecesinin etkisi, ısı gravimetrik analiz (TGA) ve dinamik mekanik analiz (DMA) yöntemleri ile araştırılmıştır. Ağırlıkça % 3 CNC dolgu ile en düşük ısı bozunma hızı ve oksijen bariyer özellikli biyanokompozit elde edilmiştir. Sonuç olarak, biyanokompozit filmlerin ambalaj uygulamalarında kullanılabileceği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Biyanokompozit, nanoselüloz, epoksidasyon

Teşekkür: TÜBİTAK 114M828 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.

PREPARATION OF POLY(CAPROLACTONE)- HYDROXYAPATITE-NANOSILVER BIOCOMPOSITE MATERIALS AND THEIR ANTIBACTERIAL PROPERTIES

POLİKAPROLAKTON-HİDROKSİAPATİT-NANOĞÜMÜŞ BİYOKOMPOZİTLERİN HAZIRLANMASI VE ANTİBAKTERİYEL ÖZELLİKLERİ

Ayşegül Hoş¹, Uğursoy Olgun², Kenan Tunç¹

¹Department of Biology, Sakarya University, Sakarya 54187, Turkey

²Department of Chemistry, Sakarya University, Sakarya 54187, Turkey

aysegulhos@gmail.com, uolgun@sakarya.edu.tr, ktunc@sakarya.edu.tr,

ABSTRACT

Aim

The aim of this study is the development of new antimicrobial biocomposite polymer materials for the orthopedic medical implants and the food packaging applications. For this reason, the production of nano Ag-Hydroxyapatite(HAP)-Polycaprolactone composites were performed.

Material and Methods

In this study, firstly, the HAP particles were synthesized by using a classical preparation methods and calcined at 600 °C. In the next step, the nanosilver coating of HAP powder were carried out using the Ag⁺ solutions in acetone and poly(dimethylsiloxane) (PDMS) as the reducing agent. Then, the nanosilver coated hydroxyapatite powders were incorporated into the melted poly(caprolactone)(PCL). Finally, the nano Ag-HAP-PCL biocomposite films were produced by using the roll-mill machine. The antibacterial activity of nano Ag-HAP-PCL composite films was determined by the plate counting method against *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228.

Pre-assesments

According to the the TEM analysis of the nanosilver coated hydroxyapatite powders, the size of the nanosilver particles was about 0-30 nm (Figure 1).

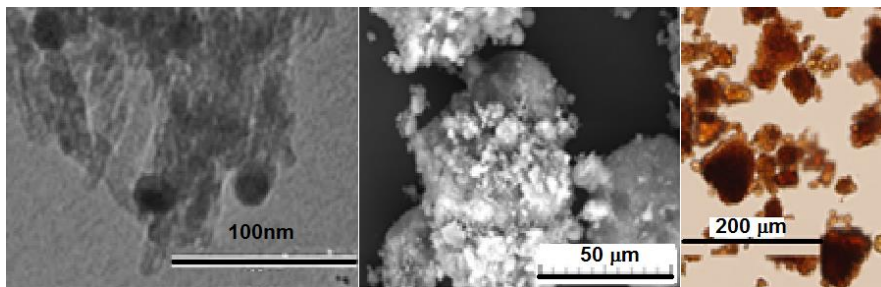


Figure 1. TEM, SEM and the optic microscopy images of nano Ag-HAP powders.

Nano Ag-HAP-PCL biocomposite films with approximately 0.25 mm thickness were prepared by the roll-milling of PCL and nano Ag-HAP (30%) (Figure 2).

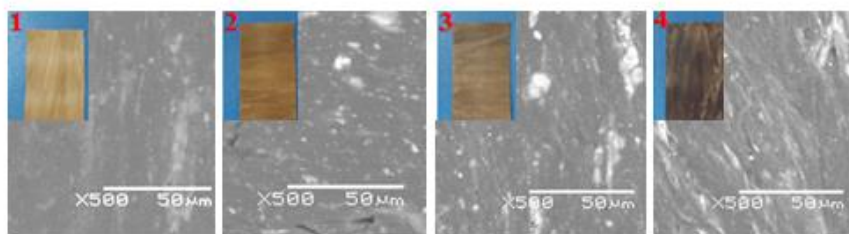


Figure 2. SEM images and the photographs of nano Ag-HAP-PCL composite films containing, 1) 0.13% Ag (no calcination of HAP), 2) 0.13% Ag, 3) 1.28% Ag (no calcination of HAP), 4) 1.90% Ag.

The composite films containing 1.28% Ag and 1.90% Ag showed 100% antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922 and *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228. The composite films containing 0.13% Ag showed 100% antibacterial activity against *Escherichia coli* ATCC 25922, 0% antibacterial activity against *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 and 99% antibacterial activity against *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 (Table 1).

As a result, an effective antibacterial surface against *E. coli* and *S. epidermidis* was produced by using 0.1% nano Ag in HAP-PCL composite films. The use of 1.0-2.0% nano Ag in HAP-PCL composite films provided 100% antibacterial effectiveness against *E. coli*, *S. aureus* and *S. epidermidis*.

Table 1. The results of the antibacterial activity tests against *E. coli*, *S. epidermidis*, *S. aureus* for nano Ag-HAP-PCL composite films.

Bacteria	Antibacterial Activity (R%)				
	Control (30% HAP)	Nano Ag-HAP in PCL polymer (30% nano AgHAP)			
		0.13% Ag*	0.13% Ag	1.28% Ag*	1.9% Ag
<i>E. coli</i>	0	100	100	100	100
<i>S. epidermidis</i>	0	99	99	100	100
<i>S. aureus</i>	0	0	0	100	100

* HAP is used without calcination.

Keywords: Hydroxyapatite, Composite, Nano Ag, Poly(ϵ -caprolactone)

ÖZET

Amaç

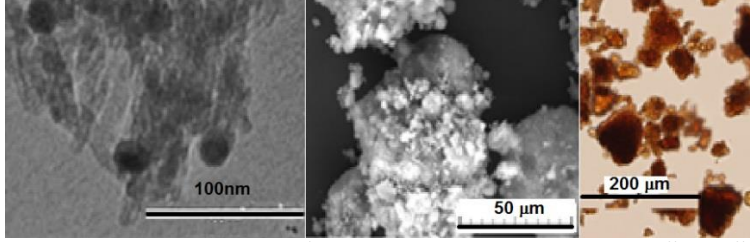
Bu çalışmanın amacı, ortopedik medikal implantlar ve gıda paketlenme uygulamaları için yeni antimikrobiyal biyokompozit polimer mazemelerin geliştirilmesidir. Bu nedenle, nano Ag-Hidroksiapatit(HAP)-Polikaprolakton kompozitleri hazırlandı.

Materyal ve Metod

Bu çalışmada, ilk olarak HAP tozları klasik hazırlama yöntemleri kullanılarak sentezlendi ve 600 °C'de kalsine edildi. Bir sonraki adımda, HAP tozunun nanogümüşle kaplanması, asetonla Ag⁺ çözeltisi ve indirgeyici ajan olarak poli(dimetilsiloksan) (PDMS) kullanılarak gerçekleştirildi. Nanogümüş kaplı hidroksiapatit tozları eritilmiş polikaprolakton (PCL) içine dahil edildi. Son olarak nano Ag-HAP-PCL biyokompozit filmler, roll-mill kullanılarak hazırlandı. Nano Ag-HAP-PCL kompozit filmlerinin *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 üzerindeki antibakteriyel aktivitesi plate counting yöntemi ile belirlendi.

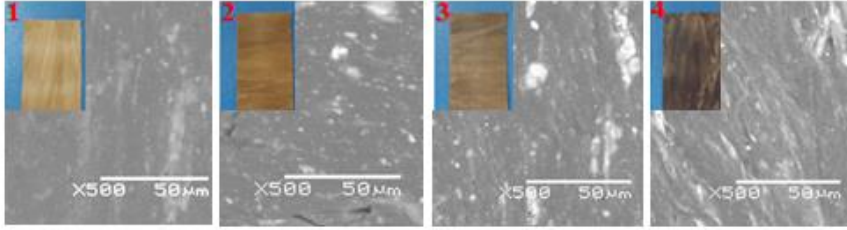
Öndeğerlendirmeler

Nanogümüş kaplı hidroksiapatit tozlarının yüzeyinin TEM analizine göre nanogümüş partiküllerinin büyüklüğü 0-30 nm civarındaydı (Şekil 1).



Şekil 1. Nano Ag-HAP tozlarının TEM, SEM ve optik mikroskop görüntüleri.

Yaklaşık 0.25 mm kalınlığa sahip olan nano Ag-HAP-PCL biyokompozit filmler, PCL ve nano Ag-HAP (%30) roll-mill edilmesiyle hazırlandı (Şekil 2).



Şekil 2. Nano Ag-HAP-PCL kompozit filmlerin SEM görüntüleri ve fotoğrafları , 1) % 0.13 Ag (kalsine edilmemiş HAP), 2) %0.13 Ag, 3) %1.28 Ag (kalsine edilmemiş HAP), 4) %1.90 Ag.

% 1.28 Ag ve % 1.90 Ag içeren kompozit filmler, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Escherichia coli* ATCC 25922 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 üzerinde % 100 antibakteriyel aktivite gösterdi. % 0.13 Ag içeren kompozit filmler, *Escherichia coli* ATCC 25922 üzerinde %100, *Staphylococcus aureus* ATCC 29213 üzerinde %0 ve *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 üzerinde % 99 antibakteriyel aktivite gösterdi (Tablo 1).

Sonuç olarak, HAP-PCL kompozit filmlerde % 0.1 nano Ag kullanılarak *E. coli* ve *S. epidermidis* üzerinde etkili olan antibakteriyel yüzey hazırlandı. HAP-PCL kompozit filmlerde %1.0-2.0 nano Ag kullanımı, *E. coli*, *S. aureus* ve *S. epidermidis* üzerinde %100 antibakteriyel etkinlik sağladı.

Tablo 1. Nano Ag-HAP-PCL kompozit filmlerin *E. coli*, *S. epidermidis*, *S. aureus* üzerindeki antibakteriyel aktivite testleri sonuçları.

Bakteriler	Antibakteriyel aktivite (%R)				
	Kontrol (% 30 HAP)	Nano Ag-HAP-PCL (%30 nano AgHAP)			
		% 0.13 Ag*	%0.13 Ag	%1.28 Ag*	%1.9 Ag
<i>E. coli</i>	0	100	100	100	100
<i>S. epidermidis</i>	0	99	99	100	100
<i>S. aureus</i>	0	0	0	100	100

*Kalsine edilmemiş HAP kullanıldı.

Anahtar Kelimeler: Hidroksiapatit, Kompozit, Nano Ag, Polikaprolakton

IMPROVING MODE-I FRACTURE TOUGHNESS OF WOVEN CARBON FIBER/EPOXY COMPOSITES USING POLYAMIDE- 6,6 (PA 66) NONWOVEN FABRICS

DOKUMA KARBON FİBER/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN MOD-I KIRILMA TOKLUĞUNUN DOKUSUZ POLİAMİD- 6,6 (PA 66) KUMAŞLAR KULLANILARAK İYİLEŞTİRİLMESİ

Bertan Beylergil and Metin Tanoğlu

Izmir Institute of Technology, Mechanical Engineering Department,
Gulbahçe Campus, Urla, Izmir

bertanbeylergil@iyte.edu.tr, metintanoglu@iyte.edu.tr

Keywords: PA 66 nonwovens, fracture toughness, composites

AIM

The aim of this study is to investigate the effects of PA 66 nonwoven fabrics on the Mode-I fracture toughness of woven carbon fiber/epoxy composites.

MATERIAL/METHOD

Plain woven carbon fabrics (fiber areal weight: 650 g/m²) were used as the reinforcement material. The epoxy resin and its hardener (Momentive L160/H160) were used with the weight ratio of 80:20, respectively. PA 66 nonwoven fabrics (areal density:17 gsm) were used as interleaf material. The average fiber diameter was determined as 19.94±1.79 µm (Figure 1). Reference and PA66 interleaved composite laminates were manufactured by vacuum infusion with a [0/90]₈ fiber orientation. Double cantilever beam (DCB) tests were performed on the prepared specimens to determine Mode-I interlaminar fracture toughness of the composites in accordance with ASTM D5528.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 shows the load-displacement curves of the composite specimens under Mode-I loading. The average maximum force (F_{max}) of the reference and PA66 interleaved specimens were determined as 83.5±3.0 N and 138.8±9.3 N respectively. The maximum force increased about 66% with the inclusion of PA66 nonwoven fabrics in the interlaminar region of CF/EP composites.

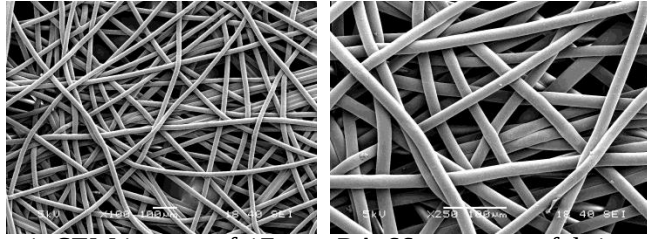


Figure 1. SEM images of 17 gsm PA 66 nonwoven fabrics

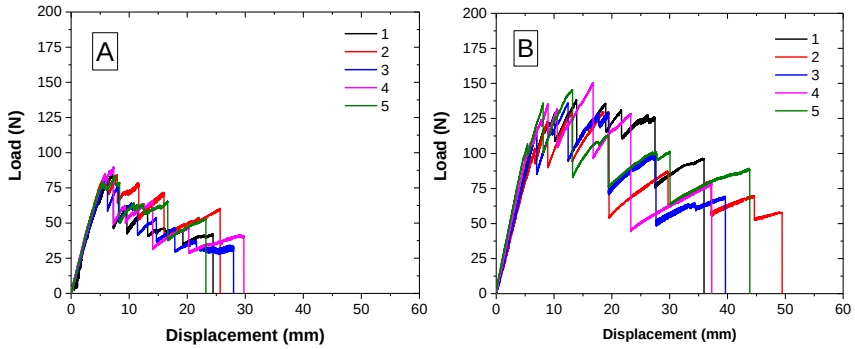


Figure 2. Load displacement curves of CF/EP composites (a) reference and (b) PA 66 nonwoven fabric interleaved specimens

The Mode-I fracture toughness of the reference and PA 66 interleaved composite specimens were determined as 530.3 J/m^2 and 1376.4 J/m^2 ; respectively. The incorporation of PA 66 into interlaminar region led to significant increase in Mode-I fracture toughness about 160% due to the excessive fiber bridging during the crack propagation (Figure 3).

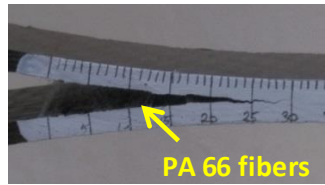


Figure 3. Fiber bridging observed during DCB tests

Anahtar kelimeler: PA 66 dokusuz kumaşlar, kırılma tokluğu, kompozitler

AMAÇ

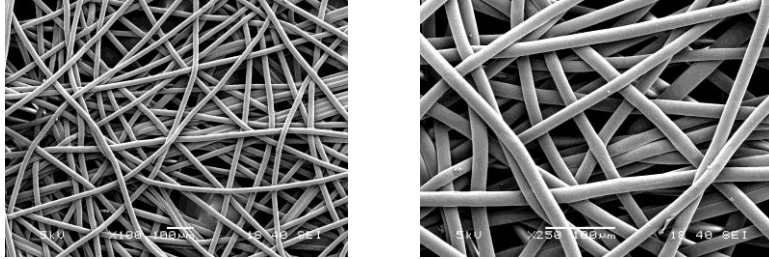
Bu çalışmanın amacı dokuma karbon fiber/epoksi kompozitlerin Mod-I kırılma tokluğunun PA 66 dokusuz kumaşlar kullanılarak iyileştirilmesidir.

MATERYAL/YÖNTEM

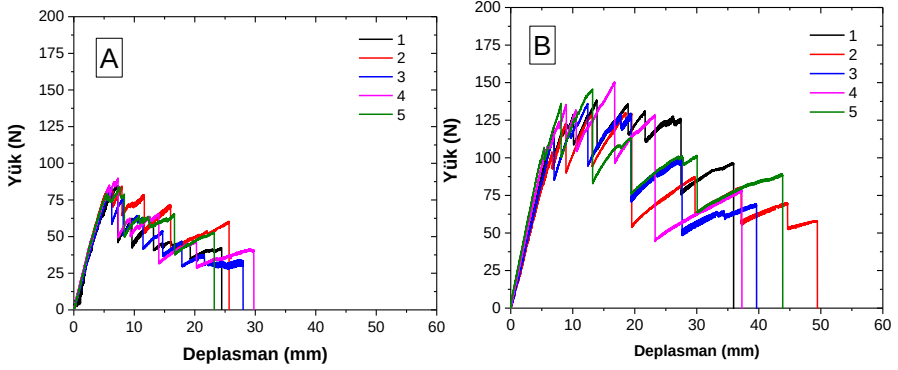
Düz dokuma karbon kumaşlar (alansal yoğunluk: 650 g/m²) takviye elemanı olarak kullanılmıştır. Epoksi reçine ve sertleştirici (Momentive L160/H160) ağırlıkça 80:20 oranında karıştırılmıştır. Arayüzey malzemesi olarak PA 66 dokusuz kumaşlar (alansal yoğunluk: 17 gsm) kullanılmıştır. Ortalama PA 66 fiber çapı 19.94±1.79 µm olarak belirlenmiştir (Şekil 1). Referans ve PA 66 takviyeli kompozit plakalar vakum infüzyon yöntemiyle üretilmiştir. Hazırlanan numunelerin Mod-I kırılma tokluğunu belirlemek amacıyla çift ankastre kırış (DCB) testleri ASTM 5528 standardına uygun olarak yapılmıştır.

ÖN DEĞERLENDİRMELER

Şekil 2’de DCB numunelerin yük-deplasman eğrileri gösterilmiştir. Maksimum ortalama yük referans ve PA 66 takviyeli numunelerin için sırasıyla 83.5±3.0 N and 138.8±9.3 N olarak belirlenmiştir. Maksimum yük referans numunelere kıyasla arayüzeyde PA66 dokusuz kumaş kullanılmasıyla %66 oranında artmıştır.

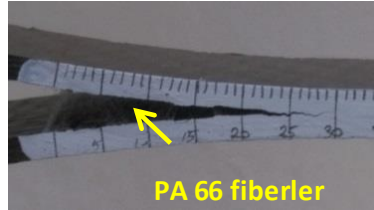


Şekil 1. PA66 dokusuz kumaşların SEM görüntüleri



Şekil 2. Karbon fiber/epoksi kompozitlerin yük-deplasman eğrileri (a) referans ve (b) PA 66 dokusuz kumaş takviyeli kompozitler

Referans ve PA66 dokusuz kumaş takviyeli kompozitlerin Mod-I kırılma tokluğu değerleri sırasıyla 530.3 ve 1376.4 J/m² olarak belirlenmiştir. Kompozit laminalar arası bölgede dokusuz PA 66 kumaşların kullanılması ile kırılma tokluğu %160 oranında artmıştır. Bu artışın temel sebebi, sürekli matriks içerisindeki PA 66 fiber yığınlarının fiber yüzeylerine yapışarak neden olduğu köprüleme etkisidir (Şekil 3).



Şekil 3. PA66 fiber köprüleme mekanizması

INFLUENCE OF POSS NANOPARTICLES ON THE MECHANICAL AND MICROSTRUCTURE PROPERTIES OF CARBON FIBER REINFORCED EPOXY COMPOSITES

KARBON ELYAF TAKVİYELİ EPOKSI MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNE POSS NANODOLGUSUNUN ETKİLERİ

Cenk Kurtulus[†], Mustafa Kuyumcu[†], Mehmet Atilla Tasdelen^{†,}*

[†]Department of Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova
University, 77100 Yalova, Turkey

Fax: +90-226-811-5401; Tel: +90-226-811-5412; E-mail:

tasdelen@yalova.edu.tr

ABSTRACT

PURPOSE

High performance composites are daily used materials in marine, automotive, aerospace and defense industries. With the developing technology, their properties should be improved to fulfill the novel application's requirements. Nowadays, the nanocomposites, which are one kind of composite materials containing nanometer-sized inorganic nanoparticles, can be utilized to improve physical properties of polymers. The nanosized reinforcing materials, typically in the range of 1–100 nm, are uniformly dispersed in and fixed to a polymer matrix. Depending on the nanoscale dimension, nanosized reinforcing materials are categorized as one-dimensional (graphites and clays), two-dimensional (nanofibers, nanotubes, or whiskers) and three-dimensional (spherical silica, metal particles, polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS), and semiconductor nanoclusters). Among them, the POSS nanoparticles are three-dimensional oligomeric, organosilicon compounds with cage frameworks surrounded by functional groups on the periphery. The inclusion of nanosized reinforcing materials into a polymer matrix not only dramatically improves the mechanical properties (e.g., strength, modulus, rigidity) but also reduces its flammability, heat evolution and viscosity during processing. Moreover, it brings advanced new functions in the final materials that finds applications in many industrial fields. In this study, mechanical properties of carbon fiber-reinforced epoxy composites were improved by addition of glycidyl-POSS as nanosized reinforcing material. The aim of this study is to improve the physical properties of epoxy matrix by addition of glycidyl-POSS, which contains reactive epoxy groups.

MATERIALS AND METHODS

First of all, to determine the optimum POSS ratio; 1, 2, 4 and 8% glycidyl POSS was added to epoxy resin by ultrasonication method. The nanocomposites were characterized by mechanical analysis. The mechanical properties of obtained nanocomposites were investigated in accordance with the standard tests (ISO 527-2 and ISO 178). The optimum improvement has been observed in the nanocomposites containing 2% glycidyl-POSS. After that, two-dimensional (0°-90°) non-crimp carbon fiber reinforcements were chosen in epoxy resin with 2% glycidyl POSS feeding ratio. The composite samples were produced by vacuum bagging method. For these samples, the mechanical properties were investigated in accordance with the standard tests (ISO 14125, ISO 14129 and ISO 14130).

CONCLUSIONS

The strength values of carbon fiber reinforced nanocomposites have been improved from 3.78 up to 14,9%. Examination of the surface morphology and interfacial debonding of the specimens was also performed via scanning electron microscopy (SEM). In conclusion, the addition of glycidyl-POSS not only enhance the interactions between carbon fiber and epoxy matrix, but also improves the mechanical properties of final composites.

KEYWORDS: polymer composites, poss nanofiller, epoxy resin, carbon fiber, interface, mechanical properties

ÖZET

AMAÇ

Yüksek performanslı kompozitler; denizcilik, otomotiv, uzay-havacılık ve savunma sanayilerinde sıklıkla kullanılan bir malzeme grubudur. Gelişen teknolojiyle birlikte bu malzemelerin özelliklerinin iyileştirilmesi beklenmektedir. Son yıllarda yeni malzemelerin geliştirilmesinde nanokompozitler önemli katkılar sağlamaktadır. Nanokompozitler polimer sistemleri içerisine en az bir boyutu 100 nanometreden küçük olan parçacıkların dağılması ile oluşan heterofazlı kompozit yapılardır. Kullanılan nano boyutlu parçacıkların yüzey alanının çok büyük olmasından dolayı ilave edildiği polimerlerin mekanik ve ısıl dayanımlarını saf hallerine göre arttırma potansiyeli vardır. Polimer nanokompozit üretimi amaçlı kullanılan malzemelerden biride üç boyutuda nanometrik ölçüde olan polihedral oligomerik silseskuokzan (POSS) malzemesidir. Uygun yöntemler kullanılarak polimer içerisine POSS molekülleri dağıtılarak nanokompozitler elde edilmektedir. Bu nano modifiye polimer sistemleri sürekli elyaflar ile takviyelendirilerek, özellikleri önemli ölçüde iyileştirilmiş yüksek performanslı kompozitler oluşturulabilmektedir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmamızda, matris sistemi olarak POSS katkılı epoksi nanokompozit, takviye sistemi olarak iki eksenli (0° - 90°) kıvrımsız karbon elyaf kumaş kullanılmıştır. Epoksi matris ile uyumlu olması amacıyla glisidil fonksiyonaliyete sahip POSS nanodolgu su tercih edilmiştir. POSS nanoparçacıklarının, karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozitlerin mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Burada amaç matris sistemi olan epoksi reçinenin dayanımını arttırmak ve elyaf-matris arası arayüzey iyileştirmesi sağlayarak kompozit yapının mekanik özelliklerini iyileştirmektir. Öncelikle %1, 2, 4 ve 8 oranlarında POSS/epoksi nanokompozitleri ultrasonikasyon yöntemi ile hazırlanıp, bunların mekanik analizleri (ISO 527-2 ve ISO 178) sonucu optimum POSS yükleme oranı belirlenmiştir. Ardından karbon elyaf takviyeli kompozit plakalar vakum torbalama yöntemi ile üretilmiştir. Hazırlanan kompozit malzemelerin mekanik karakterizasyonu; düzlem içi kayma, tabakalar arası kayma dayanımı ve üç nokta eğme testleri (ISO 14129, ISO 14130 ve ISO 14125) ile ölçülmüştür. Sonuçlar; POSS nanodolgu su numunelerin sonuçları ile karşılaştırılmış ve POSS varlığının kompozit özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca mekanik testler sonucu hasar alan kırılma yüzeylerinin SEM analizleri yapıp elyaf-matris arayüzey özelliklerine bakılmıştır.

DEĞERLENDİRME

Epoksi matris için %2 oranında POSS içeriğinin optimum yükleme oranı olduğu belirlenmiştir. Buna göre üretilen %2 POSS/epoksi matrisli karbon elyaf takviyeli tabakalı kompozit yapının mekanik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Yapılan tüm mekanik testlerde POSS nanodolgu su içeriğine sahip kompozitlerin dayanım değerlerinde %3,78 ile %14,9 arası değişen oranlarda iyileşmeler tespit edilmiştir. Böylece karbon/epoksi tabakalı kompozit malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan POSS nanodolgu sunun elyaf-matris arayüzey dayanımını arttırdığı görülmüştür. Bu durum nanoyapıların varlığından dolayı arayüzeyde güçlü bağların oluşmasına dayandırılmış ve SEM mikroyapılarıyla doğrulanmıştır.

ANAHTAR KELİMELELER: polimer kompozitler, poss nanodolgu, epoksi reçine, karbon elyaf, arayüzey, mekanik özellikler

**DEVELOPMENT OF ANTIBIOTIC LOADED CHITOSAN
COMPOSITE NANOSPHERES FOR BONE TISSUE ENGINEERING
APPLICATIONS
KEMİK DOKU MÜHENDİSLİĞİ UYGULAMALARINA YÖNELİK
ANTİBİYOTİK YÜKLÜ KİTOSAN KOMPOZİT NANOKÜRELERİN
GELİŞTİRİLMESİ**

**Ceren Kimna^a, Sibel Deger^a, Sedef Tamburaci^b and Funda
Tihminlioglu^{a*}**

*^aİzmir Institute of Technology, Department of Chemical Engineering,
Gülbağçe Campus, Urla, 35430, İzmir, Turkey*

*^bİzmir Institute of Technology, Graduate Program of Biotechnology and
Bioengineering, Gülbağçe Campus, Urla, 35430, İzmir, Turkey*

ABSTRACT

1. Aim

Excess amount of oral antibiotic is used in order reach the adequate therapeutic level in the defect region due to the poor circulation of blood in the bone tissue. Thus, localised drug carrier systems for antibiotic release is needed in the bone tissue transplantations to prevent the infection. While a variety of devices have been used for controlled release drug delivery, biodegradable polymeric composites are one of the advantageous types. In this study, controlled antibiotic release with nanoclay reinforced chitosan spheres was purposed to prevent inflammation in bone tissue defects. The effect of clay reinforcement on particle size and morphology, chemical structure, surface charge, antimicrobial activity and release profile was investigated.

2. Materials-Method

2.1. Material

High molecular weight chitosan, acetic acid (Sigma-Aldrich) and montmorillonite (OMMT) (Cloisite 10A, Southern Clay Products Inc.) as nanoclay were used. Vancomycin (Anko-L 500mg, Mustafa Nevzat) was selected as model drug.

2.2. Fabrication of antibiotic loaded spheres

2% (w/w) chitosan was dissolved in 90% acetic acid and mixed overnight. 3% (w/w chitosan) clay and vancomycin (10% w/w chitosan) were added to polymeric solution for antibiotic loaded composite nanospheres production. Microfluidizer (Microfluidics) was used with 10000psi pressure and 5 pass operating conditions for homogeneous distribution of clay and antibiotic in polymeric solution. Nanospheres were obtained with the electrospraying method with operating conditions of 10cm of distance, 20kV voltage and

5ml/h flow rate. The working parameters of electrospray were determined with the optimization of voltage, flow rate and distance parameters.

2.2. Characterization

2.2.1. Particle size and morphology

The size and morphology of the chitosan/clay nanospheres were determined with SEM analysis with Quanta FEG 250 (7×10^{-2} mbar ve 15 mA). Before the analysis, samples were coated with Argon (Emitech K550X). Sphere diameters were calculated with Image J software. In addition, the hydrodynamic size of chitosan/clay nanospheres were determined with dynamic light scattering (DLS).

2.2.2. Chemical characterization

Chemical characterization and the interaction between drug-polymer were determined with FT-IR (ATR) (Shimadzu FTIR-8400S) at wavelengths ranging from $4000\text{--}650\text{ cm}^{-1}$.

2.2.3. Zeta potential

The surface charges of chitosan/clay composite nanospheres were determined with Nanoplus Zeta Sizer (Particulate System).

2.2.4. Antimicrobial activity

Antimicrobial activity of the antibiotic loaded composite nanospheres was determined with disc diffusion method. *Staphylococcus aureus* (Gram-positive) and *Echerichia coli* (Gram-negative) were used as model bacteria.

2.2.5. Release profile

Antibiotic loaded nanospheres fabricated with electrospraying method were collected on a surface. The release studies of Vancomycin loaded nanospheres in powder form were performed at 37°C , in phosphate buffer saline (PBS, $\text{pH}=7.4$) with 75 rpm. Samples were taken in specific time intervals and the quantitation was determined with UV-VIS spectrophotometer (Varioskan). The amount of vancomycin in release media was determined with the calibration curve at 282nm.

3. Preliminary Results

Vancomycin loaded chitosan/clay nanospheres were successfully prepared with electrospray method. SEM images showed that chitosan/clay nanospheres fabricated with microfluidics method showed uniform spherical structure and homogenous size distributions. The average diameter of nanospheres was calculated as $166 \pm 4\text{nm}$. The hydrodynamic size of chitosan/clay nanospheres were found as 281nm. The clay addition to polymer matrix was determined with the FT-IR analysis. Surface charges of nanospheres were increased with the Vancomycin addition to matrix. In addition, the antimicrobial activity of the spheres was determined against *S. aureus*. Smaller zone diameters were observed in order to controlled antibiotic release due to clay addition to polymer matrix. It was observed that composite nanospheres showed better sustained release when compared

with the control chitosan nanospheres due to the electrostatic interaction between anionic clay and cationic chitosan.

ÖZET

1. Amaç

Kemik dokuda yavaş kan akışı gözlemlenmektedir. Bu nedenle, defekt bölgede terapötik etki sağlanması için yüksek miktarda ilaç yüklemesi yapılmaktadır. Bu sorunun engellenmesi için, kemik doku transplantasyonu operasyonlarında enfeksiyon önleyici lokal ilaç salım sistemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Biyobozunur polimerik kompozitler, kontrollü salım sistemleri içerisinde ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmada, nanokil katkılı kitosan küreler kullanılarak kemik doku defektlerinde inflamasyonun giderilmesi amacıyla kontrollü antibiyotik salımı hedeflenmiştir. Kil katkısının malzemenin morfoloji ve tanecik boyutu, kimyasal yapısı, yüzey yükü, antimikrobiyal aktivitesi ve salım profili üzerindeki etkileri incelenmiştir.

2. Materyal-Yöntem

2.1. Materyal

Küre üretimi için yüksek molekül ağırlıklı kitosan, asetik asit (Sigma-Aldrich) ve nanokil katkısı olarak montmorillonite (OMMT) (Cloisite 10A, Southern Clay Products Inc.) kullanılmıştır. Model antibiyotik olarak Vankomisin (Anko-L 500mg, Mustafa Nevzat) kullanılmıştır.

2.2. Antibiyotik yüklü kürelerin üretimi

%2 (w/w) kitosan, %90 asetik asit çözeltisi içerisinde çözülerek bir gece boyunca karıştırılmıştır. Antibiyotik yüklü kompozit küre üretimi için %3 (w/w kitosan) kil ve Vankomisin (%10 w/w kitosan) polimerik çözeltiye eklenmiştir. Kil ve antibiyotiğin polimer çözeltisi içinde homojen dağılımı için 10000psi basınç ve 5 döngü koşullarında mikrofluidizer (Microfluidics) cihazı kullanılmıştır. Nanoküreler; 10 cm uzaklık, 20 kV voltaj ve 5 ml/h akış hızı çalışma koşullarında elektrosprey yöntemi ile elde edilmiştir. Çalışma koşulları; voltaj, akış hızı ve mesafe parametrelerinin optimizasyonu ile belirlenmiştir.

2.2. Karakterizasyon

2.2.1. Tanecik boyutu ve morfoloji

Oluşturulan kitosan/kil nanokürelerin boyut ve morfolojisini incelemek amacıyla SEM analizi Quanta FEG 250 (7x10⁻²mbar ve 15mA) ile yapılmıştır. Analiz öncesi malzemeler Argon gazı ile kaplanmıştır (Emitech K550X). Küre çaplarının hesaplanması için ImageJ yazılımı kullanılmıştır. Ayrıca, kil katkılı kitosan nanokürelerin hidrodinamik çapı DLS analizi ile belirlenmiştir.

2.2.2. Kimyasal karakterizasyon

Antibiyotik içeren kitosan/kil nanokürelerin kimyasal karakterizasyonu ve ilaç-polimer arasındaki etkileşimin belirlenmesi amacıyla FT-IR (ATR) (Shimadzu FTIR-8400S) spektrometre kullanılarak 4000–650 cm⁻¹ aralığında analiz yapılmıştır.

2.3. Zeta potansiyeli

Kitosan/kil kompozit kürelerin yüzey yükleri Nanoplus Zeta Sizer (Particulate System) ile belirlenmiştir.

2.4. Antimikrobiyal aktivite

Antibiyotik yüklü kompozit nanokürelerin antimikrobiyal aktivitesi agar difüzyon yöntemiyle belirlenmiştir. Model bakteri olarak *Staphylococcus aureus* (Gram-pozitif) ve *Echerichia coli* (Gram-negatif) seçilmiştir.

2.4. Salım profili

Antibiyotik yüklü küreler, mikrofluidizerden geçirildikten sonra elektrosprey yöntemi ile toz küre formunda yüzey üzerinde toplanmıştır. Yüzey üzerinde toz formunda toplanan Vankomisin içeren kitosan/kil nanokürelerin salım çalışmaları, 37°C’de, fosfat tamponunda (PBS, pH=7.4) ve 75rpm karıştırma hızında incelenmiştir. Belirlenen periyotlarda örnek alınarak UV-VIS spektrofotometre (Varioskan) ile okutularak miktar tayini yapılmıştır. Salım sıvısındaki vankomisin miktar tayini, hazırlanan kalibrasyon eğrisine göre 282nm’de belirlenmiştir.

3. Ön Sonuçlar

Antibiyotik yüklü kitosan/kil nanoküreleri elektrosprey yöntemi ile başarıyla üretilmiştir. Mikrofluidizer kullanılarak elde edilen kürelerin üniform yapısı ve homojen çap dağılımı SEM analizi ile gözlemlenmiştir. Kürelerin ortalama çapları 166±4nm olarak hesaplanmıştır. Kil katkılı kitosan nanokürelerin hidrodinamik çapı 282nm olarak bulunmuştur. FT-IR analizi ile kil katkısının yapıya dahil olduğu belirlenmiştir. Vankomisin katkısı ile elde edilen kompozit nanokürelerin yüzey yüklerinde artış gözlemlenmiştir. Üretilen ilaç yüklü kürelerin *S. aureus* bakterisine karşı antimikrobiyal etki gösterdiği belirlenmiştir. Kil katkısı ile antibiyotik salımının yavaşlatılmasından dolayı daha küçük zon çapları gözlemlenmiştir. Anyonik yapılı kil ve katyonik kitosan arasındaki elektrostatik etki sebebi ile kil katkılı nanokürelerde daha kontrollü bir salım profili elde edilmiştir.

PROTOTYPE LEVELS STUDIES FOR REMOVING CHROME ON PLATED PLASTICS

KROM KAPLANMIŞ PLASTİKLERİN AYRIŞTIRILMASI İÇİN PROTOTİP DÜZEYİNDEKİ ÇALIŞMALAR

Çağla Tüfekçi¹, Yasemin Gündoğdu Ceylan¹,
B-Plas Bursa Plastic, Metal, Construction, Energy, Mining,
Geothermal, Tourism, Civil Aviation and Agriculture Company

DOSAB Orkide Sok, 16369, Osmangazi/BURSA, Turkey

***caglaa@bplas.com.tr**

ABSTRACT

The Purpose

Polymer components are routinely employed in a wide variety of situations especially in the automotive industries because of their lightweight, durability, ease of shaping and some other properties. For visible applications, their aesthetic appeal is commonly enhanced by the application of surface coatings, such as paints or chrome plate. During the coating processes, it is commonly found that a significant number of components fall below the quality specified and increases the costs of the process, therefore some remedial actions are required. And also, at the end of component life coating removal may be required to enhance its ability to be reused or recycled. The complete reutilization of polymeric and metallic substrates and the recovery of plating components, avoiding the contamination of the environment has gained more importance.

The recovery of metal and plastics through chromium-plated plastic and the recovery of defective coated plastic parts, together with a reduction in the raw material consumption recycling rate, is a cost-effective and cost-effective process. In this project study, it is aimed to recycle the copper, nickel and plastic used in the coating process by separating the metal and the plastic with the scrap products produced during the metal coating processes. In this way, both environmentally friendly and more economical production technology will be provided.

Material and Methods

In order to produce a successful product with the project, plastic and metal recovery studies will be carried out at the laboratory level. Then the production parameters will be determined during the prototype plant phase and the most efficient method will be established. Experiments to be carried

out on prototypes will be based on parameters such as the length of time the pieces remain in the bath, the passage speeds of the bars, and the hanger designs. Problems encountered at each stage of the process to be applied to prototype testing, appropriate solutions will be found and optimization of the process will be realized.

Discussion and Recommendation

Since it is determined that the production process is erroneous, the storage of discarded parts and the parts that have reached the end of their life lead to a great deal of idle capacity, and an unknown economic recycling process is problematic. Metals used in coatings are a major economic resource and have the potential to create uncontrolled stacking environmental risk. If the proposed re-usability process is shown to be economical and feasible, a significant solution will be obtained and market share development will be possible by reducing the cost of production. Besides the acquisition of a prototype that can be used and developed for different R&D studies later, the establishment of an R&D culture in the firm is among the achievements of the project.

Project is supported by TUBITAK TEYDEB 1501 Industrial R&D Programme (No:3140359).

ÖZET

Amaç

Plastik malzemeler hafif, dayanıklı, kolay şekillendirebilir ve en önemlisi ekonomik olmalarından dolayı başta otomotiv sektörü olmak üzere günlük hayatımızın hemen hemen her noktasında kullanılmaktadır. Özellikle görüntüsü nedeniyle metal parçaların kullanıldığı birçok ürünün hem ağır hem de pahalı olması aynı görüntüye sahip daha ekonomik parçaların arayışını ortaya çıkarmıştır. Bunun sonucunda daha hafif olan plastik parçaların metal kaplanması son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Özellikle aracın kapı kolu, vites kolu kaplama, gösterge çerçevesi gibi iç parçalarda, ön ızgara veya tampon üzeri gibi dış parçalarda müşteri albenisini arttırmak amacıyla uygulanmaktadır.

Krom kaplanan plastik üzerinden metal ve plastiğin geri kazanılması projesinin amacı da hatalı kaplanmış plastik parçaların geri dönüşümünün sağlanması ile birlikte hammadde tüketimi geri dönüşüm oranının azalması, maliyet düşerek daha ekonomik bir proses olmasıdır. Bu proje çalışmasında metal kaplama işlemleri sırasında ortaya çıkan ıskarta ürünlerde, plastik ile metal kaplamayı ayırarak kaplama prosesinde kullanılan bakır, nikel ve plastiğin geri dönüşümünü sağlamak hedeflemektedir. Bu yol ile hem daha çevre dostu hem de daha ekonomik üretim teknolojisi kullanılması sağlanmış olacaktır.

Materyal Metot

Proje ile başarılı bir ürün üretebilmek için plastik ve metal geri kazanım çalışmaları incelenerek laboratuvar düzeyinde gerçekleştirilecektir. Daha sonra üretim parametreleri prototip tesis aşamasında belirlenerek en verimli yöntem oluşturulacaktır. Prototip tesiste yapılacak denemeler kaplanmış parçaların söküm denemeleri parçaların banyolarda kalma süreleri, baraların geçiş hızları, askı dizaynları vb. parametreler göz önüne alınarak yapılacaktır. Prototip tesiste uygulanacak olan prosesin her aşamasında karşılaşılan problemler tespit edilecek, uygun çözümler bulunarak prosesin optimizasyonu gerçekleştirilecektir.

Ön Değerlendirmeler

Üretim sürecinde hatalı olduğu belirlendiği için ıskarta durumundaki ve kullanım ömrünü tamamlamış parçaların depolanması büyük bir atıl kapasiteye yol açmakta, kullanılan ekonomik bir geri dönüştürme işleminin bilinmemesi sorun oluşturmaktadır. Kaplamada kullanılan metaller büyük bir ekonomik kaynak olduğu gibi kontrolsüz istifleme çevre riski oluşturma potansiyeline sahip bulunmaktadır. Projede öngörülen tekrar kullanılabilirlik prosesinin ekonomik ve uygulanabilir olduğunun gösterilmesi halinde önemli bir çözüm elde edilmiş olacak, üretim maliyeti düşürülerek pazar payı gelişimi söz konusu olabilecektir. Daha sonra farklı Ar-Ge çalışmaları için kullanılabilir ve geliştirilebilir bir prototibin kazanılması dışında, firmada bir Ar-Ge kültürünün yerleşmesi de projenin kazanımları arasındadır.

TÜBİTAK TEYDEB 1501 SANAYİ AR-GE Programı kapsamında desteklenmiş 3140359 nolu projedir.

PREPARATION OF NBR/LIGNIN ELASTOMERIC COMPOSITE SYSTEMS: EFFECT OF LIGNIN ON THE THERMAL AND UV STABILITY OF NBR

NBR/LİGNİN ELASTOMERİK KOMPOZİT SİSTEMLERİNİN HAZIRLANMASI: LİGNİN'İN NBR'NİN ISIL VE UV KARARLILIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

Davut Aksüt¹, Bağdagül Karaağaç², Murat Şen^{1*}

¹Department of Chemistry, Hacettepe University, Beytepe Campus, 06080, Ankara, Turkey

²Department of Chemical Engineering, Kocaeli University, Umuttepe Campus, 41380, Kocaeli, Turkey

ABSTRACT

Aim

Acrylonitrile butadiene rubber (nitrile rubber, NBR) is one of the most common raw material for rubber industry and its physical and chemical properties strictly depend on its acrylonitrile content. It is widely used for oil and fuel resistant rubber goods such as fuel hoses, sealants, and o-rings. Besides its good properties, main restrictions to use NBR are its poor mechanical properties, poor ozone resistance, and mild thermal resistance.

Lignin is an amorphous natural polymer composed of carbonyl, hydroxyl, methoxy, and phenylpropane units. Approximately 50 million tons of lignin is produced each year by chemical treatment of wood in pulping step . Lignin can meet great interest to use in engineering materials as a resin due to its abundancy and low price ^{1,2,3}. Lignin is also thought to be regarded as a suitable stabilizer against environmental effects as well as it can be used as a filler / additive in polymeric materials. In this study, lignin has been evaluated as a stabilizer for improving thermal and UV aging resistance of NBR. A series of NBR based rubber compounds were prepared incorporating various amounts of lignin, which was obtained directly from the cellulose production, into the rubber compounds.

Material-Method

Commercially available NBR (Kraynac 3330) was used as main matrix. Lignin was kindly obtained from Zonguldak Çaycuma OYKA A.Ş. as raw and with 76% dry content. Carbon black (HAF N330) and naphthenic oil (OCTOPUS N 418, Petroyağ) was used in compounding step as reinforcing filler and process oil, respectively. The other compounding ingredients were commercially used chemicals in rubber and tyre industries.

Lignin containing NBR compounds were prepared using a Met-Gur brand internal mixer (banbury) with tangential blades and an gross volume of 4L. Rheological properties of the compounds were measured by using a moving

die rheometer (MDR, Technologies MDR 2000B) at 180°C after conditioning the compounds for 24 h. Compounds were vulcanized and molded in an hot press(Brabender) at the same temperature and under 200 bar pressure for their respective optimum cure times, which were determined from the rheometer curves. The samples required for mechanical testing were cutted from the vulcanized sheets in accordance with ISO 37 standard. Mechanical tests were carried out using a Zwick Z010 universal tester with of 100 mm / min crosshead rate. In order to determine the effect of lignin on thermal aging behavior, vulcanized samples were aged in an oven for 2, 4, 7 and 14 days at 70 °C, according to ASTM D573. UV aging was performed according to ASTM G154 by using Q-Lab's QUV accelerated climate conditioning tester.

Discussion and Recommendations:

Assessment of the rheological properties has shown that lignin acts as a co-agent with accelerating effect in sulfur vulcanization system increasing crosslink density. Furthermore, it has been concluded that, the presence of lignin in the compounds provides improved thermal and UV aging resistance of NBR.

Keywords: Lignin, nitrile rubber, thermal aging, UV aging

ÖZET

Amaç

Lignin karbonil, hidroksil ve metoksi ve fenilpropan birimlerinden oluşan amorf bir doğal polimerdir. Her yıl yaklaşık 50 milyon ton lignin, odundan selüloz üretimi sırasında atık olarak çıkmaktadır. Ligninin, bol ve nispeten düşük fiyatlı bir madde olarak, fenol formaldehid reçineler, vb. mühendislik malzemelerinde kullanımı büyük ilgi görmektedir^{1,2,3}.

Akrilonitril bütadien kauçuğu (nitril kauçuk, NBR), fiziksel ve kimyasal özellikleri polimerin nitril bileşimine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle yağ, yakıt ve diğer kimyasallara karşı dirençlidir. Otomotiv ve havacılık endüstrisinde yakıt ve yağ taşıma hortumları, keçeler ve kendinden sızdırmaz yakıt depoları vb. yapmak için kullanılır. Nitril kauçuğu ekonomik, yağ ve gres dayanımı, yırtılma mukavemeti, suya karşı direnci yüksektir. NBR'nin uygulamadaki başlıca sınırlayıcı özellikleri zayıf mekanik özellikleri, zayıf ozon ve hava direnci ve makul ısıl direncidir. Ligninin, kauçuk hamurlarında kullanılabilecek uygun bir dolgu/katkı olarak da değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Lignin çevresel etkilere karşı bir stabilizatör görevi görmektedir. Bu çalışmada selüloz üretimi sırasında atık olarak ortaya çıkan ligninin bağlayıcı ajan olarak, NBR'ın kükürtlü pişirme sistemlerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. NBR esaslı kauçuk hamurlarına artan oranlarda lignin eklenerek bir dizi hamur

hazırlanmış, ısı ve UV kaynaklı yaşlanma karşısındaki davranışları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Material-Yöntem

Çalışmada kullanılan nitril kauçuğun ticari kodu Krynac3330'dur. Lignin, Zonguldak Çaycuma OYKA Kağıt Ambalaj Sanayi ve Ticaret A.Ş. tesislerinden %76 kuru madde içeriğinde ham olarak temin edilmiştir. Takviye edici dolgu maddesi ve proses yağı olarak sırasıyla HAF N330 karbon karası ve Petroyağ firmasının OCTOPUS N 418 kodlu naftenik yağı kullanılmıştır.

Hamurlar, tanjantsal bıçaklara sahip ve brüt hacmi 4 L olan Met-Gür marka dahili karıştırıcı (banbury) kullanılarak hazırlanmıştır. Hamurların reolojik özellikleri, 24 saat şartlandırılma sonrasında, Alpha Technologies MDR 2000B model hareketli kalıp reometresi(MDR) ile 180°C' de ölçülmüştür. Reometre eğrilerinden elde edilen optimum pişme süreleri uyarınca, 2 mm kalınlığındaki kalıplar içerisinde Brabender marka Polystat200T hidrolik pres kullanılarak 200 bar basınç altında ve 180 °C'de vulkanize edilmiştir. Plakalardan ISO 37 standardına uygun olarak mekanik test için gerekli numuneler çıkarılmıştır. Mekanik testler 100 mm/dk çekme hızıyla Zwick Z010 evrensel test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ligninin ısı yaşlanma davranışına etkisini belirlemek amacıyla vulkanizatlar, ASTM D573 standardına göre 70 °C'de, 2, 4, 7 ve 14 ısı yaşlanmaya tabi tutulmuştur. Ligninin UV yaşlanma davranışına etkisini belirlemek amacıyla örnekler, Q-Lab QUV hızlandırılmalı iklim şartlandırma test cihazı kullanılarak ASTM G154 standardına göre yaşlandırılmıştır. Yaşlanma sonrası değişimlerin belirlenmesi için mekanik testler yaşlanmış örnekler üzerinden tekrarlanarak değişimler raporlanmıştır.

Ön Değerlendirmeler

Reolojik özelliklerin değerlendirilmesiyle, ligninin, nitril kauçuğun kükürtle vulkanizasyonunda hızlandırma etkili bir koajan olarak rol oynadığı ve çarpaz bağ yoğunluğunu arttırdığı görülmüştür. Bunun yanı sıra; karışımında lignin'in varlığının NBR elastomerinin ısı ve UV kaynaklı yaşlandırmasına karşı direncini artırdığı tespit edilmiştir.

Keywords: Lignin, nitril kauçuk, ısı yaşlandırma, UV yaşlandırma

Referanslar:

1. Glasser, W. G. Forest Prod J, 1983, 31, 24.
2. Saraf, V. P.;Glasser, W.G. J Appl. Polym. Sci. 1984, 29, 1831
3. Treethip Phakkeeree, Hiroyuki Yokohama, J. Fiber Sci. Technol., 72(7),160-165(2016)

NEW CHELATED NANOPOLYMERS FOR LACCASE IMMOBILIZATION

LAKKAZ İMMOBİLİZASYONU İÇİN YENİ ŞELATLAYICI NANOPOLİMERLER

Fatmagül Gedik (fatmagul.gedik@gmail.com)

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, İzmir/Türkiye

Damla Orhan (damladerinorhan1@gmail.com)

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı,
İzmir/Türkiye

Simge Er (simgeer89@gmail.com)

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyokimya Anabilim Dalı,
İzmir/Türkiye

Canan Altunbaş (cananaltunbas@yahoo.com)

Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoteknoloji Anabilim Dalı,
İzmir/Türkiye

Sinan Akgöl (sinan.akgol@ege.edu.tr)

Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyokimya Bölümü, İzmir/Türkiye

ABSTRACT

It is known that the chemical methods used in the industrial sector are more advantageous to use the biological methods to reduce this harm than the worst when the efficacy of the waste end-effecting substances on the environment is taken into consideration. The binding of the nanostructured material with the enzyme system that can be used for this purpose is a preferred condition for immobilized enzymes. Within the scope of the study, nano-sized p(GMA) nanopolymer will be synthesized by surfactant free emulsion polymerization method. The size of the polymers will be determined by nano scale by SEM (Scanning Electron Microscope) and ZETA-sizer analysis. P(GMA) nanopolymers are derivatized with IDA then modified with Cu²⁺ to be specific for the laccase enzyme immobilization. After this process characterization of the nanopolymer will be performed by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scanning Electron Microscope (SEM) analysis. Optimum conditions (pH, initial laccase concentration, temperature, ionic strength) for laccase binding will be determined, activity measurements will be made.

Material-Method

GMA (glycidyl methacrylate), EGDMA (ethylene glycol dimethacrylate), PVA (polyvinyl alcohol), KPS (potassium persulfate), IDA (iminodiacetic

acid), $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$, Na_2CO_3 , ABTS (2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) diamonium salt) were provided from Sigma-Aldrich.

p(GMA) synthesis

Surfactant free emulsion polymerization technique was used for the synthesis of p(GMA) nanoparticles. Initially, as a stabilizator PVA was dissolved in deionized water and transferred to a polymerization reactor. Then, as a monomer GMA and a crosslinker EGDMA were added to the PVA solution and slowly shaken for 30 s. After that initiator potassium peroxy sulfate was added to the polymerization mixture and this solution was incubated for 4 h at 70 °C. At the end of this polymerization process, reaction mixture was cooled down to room temperature and washed with ethanol and water several times in order to remove the unreacted monomers.

Modification p(GMA)-IDA nanopolymers

IDA was covalently bonded to the p(GMA) nanopolymers in order to provide a chelating agent for Cu^{2+} . For this, IDA solution (10 mg/mL pH 11.0) was mixed at 75 °C for 6 h. After this time period, unreacted IDA was removed from the nanopolymers by several washing with acetic acid (5%) and distilled water.

Chelation of Cu^{2+} ions

In order to chelate the Cu^{2+} ions to the p(GMA)-IDA nanopolymers, 30 ppm of $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ solution (%10 HNO_3 solution; pH 4.1) was mixed with cryogel at 25 °C for 1h. Prepared p(GMA)-IDA- Cu^{2+} nanopolymers were washed several times with water and stored in the sodium azide solution until it used.

Immobilization of laccase

With p(GMA-IDA)- Cu^{2+} nanopolymers, the adsorption of laccase enzyme which was isolated from *T. versicolor* is studied with acetate and phosphate buffers at various pH values. The enzyme initial concentration was 0.5 mg/mL in each corresponding buffer. Adsorption experiments were conducted for 120 min at 25 °C with continuous stirring. The effect of temperature (4-45 °C) and ionic strength (0-1,5 M NaCl) on laccase adsorption were studied. The amount of adsorbed laccase on the p(GMA-IDA)- Cu^{2+} nanopolymers was determined by measuring the initial and final concentrations of protein within the adsorption medium using UV-visible spectrophotometer. Nanopolymers washed with corresponding buffer solution after adsorption of laccase before activity assay and investigation of

biocatalytic properties. The experiments were performed in replicates of three and the samples were analyzed in replicates of three as well. For each set of data present, standard statistical methods were used to determine the mean values and standard deviations.

Assays of laccase activity

The assay of laccase activity of free and immobilized laccase were determined as substrate ABTS [2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt], spectrophotometrically in 420nm.

Result Discussion

Modified GMA polymer has been synthesized and the enzyme binding studies are still in the experimental phase.

ÖZET

Endüstri sektöründe kullanılan kimyasal yöntemlerin, atık sonucu açığa çıkan maddelerinin çevreye verdikleri etkileri göz önünde bulundurulduğunda bu zararı en aza indirmek için biyolojik yöntemlerin kullanılmasının daha avantajlı olduğu bilinmektedir. Bu amaçla kullanılabilecek enzim sistemi ile nanotaşıyıcı malzemelere bağlanması immobilize enzimler için tercih edilen bir durumdur. Çalışma kapsamında nano boyutta p(GMA) nanopolimeri surfaktant içermeyen emülsiyon polimerizasyon yöntemiyle sentezlenecektir. Polimerin boyutlarının nano olduğu SEM ve Zeta-boyut analizleri ile belirlenecektir. p(GMA) nanopolimerleri iminodiasetik asit (IDA) ile türevlendirilip ardından Cu^{2+} ile modifiye edilerek lakkaz enzimi immobilizasyonu için spesifik duruma getirildikten sonra nanopolimerin karakterizasyonu FTIR, SEM analizleri ile gerçekleştirilecek, Lakkaz bağlanması için optimum koşullar (pH, başlangıç lakkaz derişimi, sıcaklık, iyonik şiddet) belirlenecek, optimum koşullar belirlenip aktivite ölçümleri yapılacaktır.

Materyal- Metod

GMA (glisidil metakrilat), EGDMA (Etilen metakrilat), PVA (Poli vinil alkol), KPS (Potasyum persülfat), IDA (İmnünodiasetik asit), $(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2)$, Na_2CO_3 , ABTS (2,2'-Azino-bis(3-etilbenzothiazolin-6-sulfonik asit) diamonyum tuzu) Sigma-Aldrich'ten temin edilmiştir.

p(GMA) sentezi

p(GMA) nanopolimerlerinin sentezi için sürfaktansız emülsiyon polimerizasyon yöntemi kullanılmaktadır. Başlangıçta, dengeleyici olarak PVA deiyonize suda çözülür ve polimerizasyon reaktörüne aktarılır. Daha sonra monomer olarak GMA ve çapraz bağlayıcı olarak EGDMA, PVA çözeltisine ilave edilir, yavaş yavaş 30 saniye çalkalanır. Bundan sonra başlatıcı Potasyum persülfat polimerizasyon karışımına eklenir ve çözelti 70°C'de 4 saat inkübe edilir. Bu polimerizasyon işleminin sonunda reaksiyon karışımı oda sıcaklığına soğutulur ve reaksiyona girmemiş monomerlerin uzaklaştırılması için etanol ve su ile birkaç kez yıkanır.

p(GMA)-IDA nanopolimerinin modifikasyonu ve Cu^{+2} ile şelatlanması

IDA çözeltisi, polimer ile birlikte 75 °C' de 6 saat karıştırılır. Bu sürenin sonunda reaksiyona girmeyen IDA, nanopolimerlerden, asetik asit ve damıtılmış su ile ardışık yıkama yapılarak çıkarılır. Cu^{2+} iyonlarını p(GMA)-IDA nanopolimerlerine şelatlamak için, $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ solüsyonu 25 °C' de nanopolimerde 1 saat karıştırılır. Hazırlanan p(GMA)-IDA- Cu^{2+} nanopolimerleri su ile birkaç kez yıkanır.

Lakkazın immobilizasyonu

P(GMA-IDA)- Cu^{2+} nanopolimerlerinde, *T. versicolor*'dan izole edilen lakkaz enziminin adsorpsiyonu için çeşitli pH'larda asetat ve fosfat tamponları ile çalışılır. Sıcaklık ve iyonik şiddetin lakkaz adsorpsiyonuna etkisi araştırılır. p(GMA-IDA)- Cu^{2+} nanopolimerleri üzerindeki adsorbe lakkaz miktarı, UV-görünür spektrofotometre kullanılarak adsorpsiyon ortamı içindeki protein başlangıç ve son derişimlerinin ölçülmesi ile tespit edilir. Serbest lakkaz ve immobilize lakkazın aktivitesinin tayini, spektrofotometrik olarak 420nm'de substrat olarak ABTS [2,2'-Azino-bis (3-etilbenzotiazolin-6-sülfonik asit) diamonyum tuzu] belirlenmiştir.

Ön değerlendirmeler

Modifiye edilmiş p(GMA) sentezlenmiştir ve enzim bağlama çalışmaları halen deney aşamasındadır.

INVESTIGATION OF THE TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF SOLID LUBRICANT FILLED CARBON FIBER/PA6 POLYMER COMPOSITES

KATI YAĞLAYICI KATKILI KARBON ELYAF/PA6 POLİMER KOMPOZİTLERİN TRİBOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet TAŞKIRAN
Dumlupınar University, Institute of
Science, Department of Advanced
Technologies, KÜTAHYA
mehmet.taskiran@ogr.dpu.tr

Murat KOYUNBAKAN
Dumlupınar University, Simav
Technology Faculty, Department of
Manufacturing Engineering,
KÜTAHYA
murat.koyunbakan@dpu.edu.tr

Gözde KUŞ
Dumlupınar University, Institute of
Science, Department of Advanced
Technologies, KÜTAHYA
gozde__kus88@hotmail.com

S. Hakan YETGİN*
Dumlupınar University, Simav
Technology Faculty, Department of
Manufacturing Engineering,
KÜTAHYA

hakan.yetgin@dpu.edu.tr

Ferhat YILDIRIM
Dumlupınar University, Simav
Technology Faculty, Industrial
Design Eng. Department,
KÜTAHYA

ferhat.yildirim@dpu.edu.tr

Volkan ESKİZEYBEK
Çanakkale Onsekiz Mart University,
Faculty of Engineering, Materials
Sci. and Eng. Depart.,
ÇANAKKALE

veskizeybek@comu.edu.tr

Abdurrahman GENÇ
Dumlupınar University, Institute of Science, Department of Advanced
Technologies,
KÜTAHYA

abdurrahman.genc@ogr.dpu.edu.tr

ABSTRACT

Aim of the Study

In this study, the influence of PTFE and wax on the tribological properties of polyamide 6 composite filled with wt. 20 % carbon fiber was investigated.

Materials and Methods

The PTFE and wax filler contents of the composite were by wt. 10 % and wt. 4 %, respectively. Carbon fiber, PTFE and wax materials has been mixed and granulated on a twin screw extruder which has 26 mm L/D ratio and 11

different heat area and the wear test specimens prepared on injection machine. Wear and friction tests were carried out in a dry environment using a pin-on-disc system at 10-20-30-40 N load and 0.4-0.8-1.2 m/s sliding speed.



Fig. Pin on disc type wear test machine.

Results

As a result of the study, the coefficient of friction and wear rate increased with increasing load and sliding speed. It has been determined that the most important parameter which affects the coefficient of friction between the applied load and shear rate ranges is the load. The coefficient of friction increased due to the increased shear rate and also the wear rates of PA6 composite materials have been increased by increasing the slip speed.

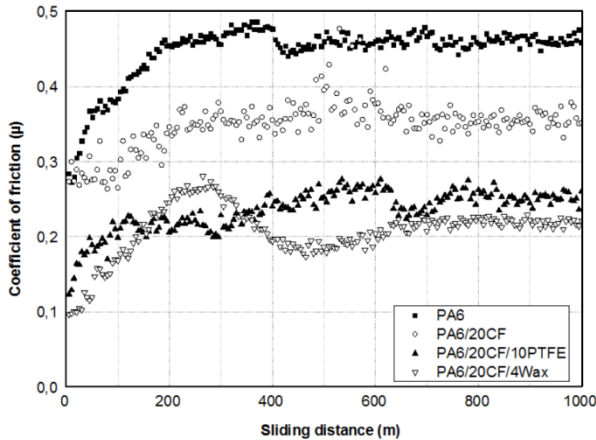


Fig. Friction coefficient-slip distance relationship of PA6 and PA6 polymer composites.

PTFE and wax additives significantly reduced the friction coefficient and wear rate of 20 % carbon fiber filled PA6 polymer composites. The lowest coefficient of friction and wear rate were obtained on the 4 % wax filled PA6 composites.

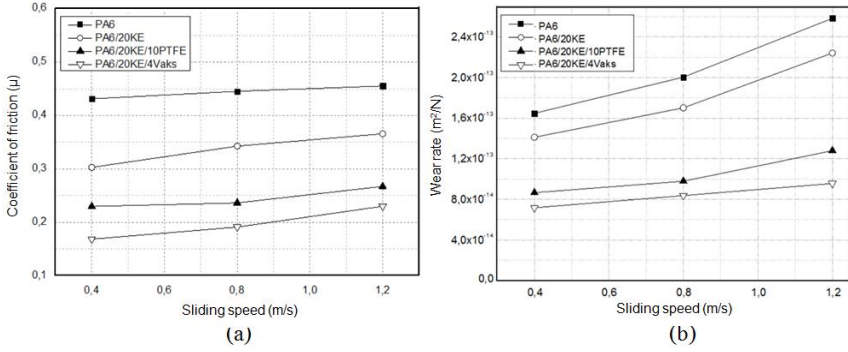


Fig. (a) Coefficient of friction-shear rate change, (b) Wear rate-shear rate change; (Load: 20N).

Keywords: PA6, Carbon fiber, Coefficient of friction, Wear rate

ÖZET

Amaç

Bu çalışmada, katı yağlayıcı olarak kullanılan politetrafloretlen (PTFE) ve Wax (vaks) katkıların, ağırlıkça %20 karbon elyaf katkılı PA6 (PA6/20KE) polimer kompozitlerin tribolojik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Malzeme ve Yöntem

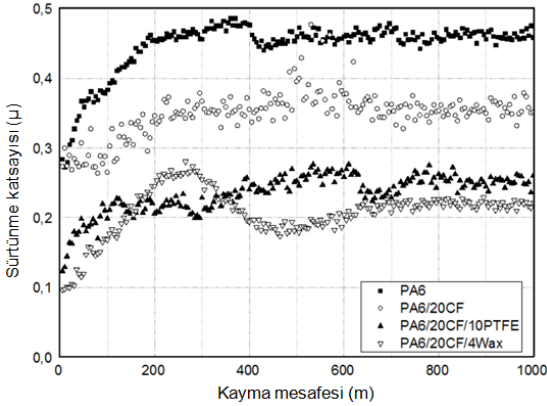
Çalışmada, PTFE katkı oranı ağırlıkça % 10, vaks katkı oranı ise yine ağırlıkça % 4 oranında kullanılmıştır. Karbon fiber, PTFE ve vaks takviyeli PA6 polimer granüllerin üretilmesinde 11 sıcaklık bölgesine sahip çift vidalı ekstruder (vida çapı 26 mm, L/D oranı 46) ve aşınma numunelerinin üretilmesinde enjeksiyon kalıplama yöntemi kullanılmıştır. Aşınma ve sürtünme testleri 10-20-30-40 N yük ve 0.4-0.8-1.2 m/s kayma hızı aralıklarında, kuru ortamda, pin-on-disk sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil. Pim-disk aşınma cihazı

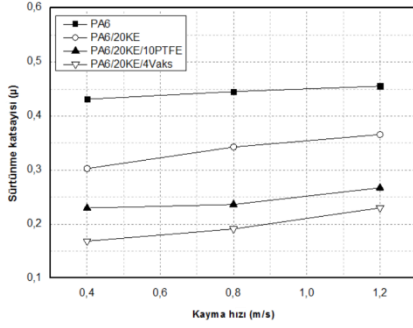
Sonuç

Çalışma sonucunda, artan yük ve kayma hızına bağlı olarak sürtünme katsayısı ve aşınma oranı artmıştır. Uygulanan yük ve kayma hızı aralıklarında sürtünme katsayısını etkileyen en önemli parametrenin yük olduğu belirlenmiştir. PA6 polimerine ilave edilen karbon elyaf ve katı yağlayıcı olarak kullanılan PTFE ve vaks katkıları sürtünme katsayısını azaltmıştır. Artan kayma hızına bağlı olarak sürtünme katsayısı artmıştır. Kayma hızının artırılması ile PA6 kompozit malzemelerin aşınma oranları artmıştır.

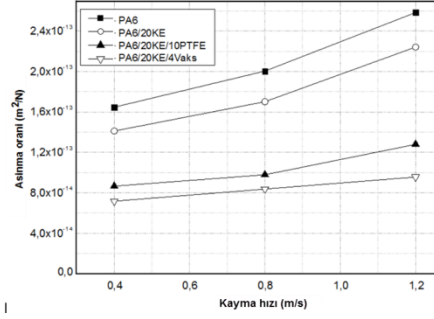


Şekil. PA6 ve PA6 polimer kompozitlerin sürtünme katsayısı-kayma mesafesi ilişkisi.

%20 Karbon elyaf katkılı PA6 polimerine ilave edilen PTFE ve vaks katkıları sürtünme katsayısını ve aşınma oranını önemli oranda azaltmıştır. En düşük sürtünme katsayısı ve aşınma oranı %4 vaks katkılı PA6 numunede elde edilmiştir.



(a)



(b)

Şekil. (a) Sürtünme katsayısı-kayma hızı değişimi, (b) Aşınma oranı-kayma hızı değişimi;

(Yük: 20N).

Anahtar Kelimeler: PA6, Karbon elyaf, Sürtünme katsayısı, Aşınma oranı.

EFFECT OF CHEMICAL MODIFICATIONS ON COCONUT WASTE SHELL/EPOXY COMPOSITES PROPERTIES

KİMYASAL MODİFİKASYON İŞLEMLERİNİN HİNDİSTAN CEVİZİ KABUĞU ATIĞI/EPOKSİ KOMPOZİTLERİNİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Jannat Fouad Hakeem, Suheyly Kocaman, Gulnare Ahmetli

Selcuk University, Faculty of Engineering, Dept. of Chemical Engineering,
Kampus, Konya

jannatf.hakeem@gmail.com
suheyly@selcuk.edu.tr
ahmetli@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

Aim

In this study, coconut shell waste (CW) was used as raw material to obtain bio-based epoxy composite materials. The chemical modifications of CW with alkali and acetic anhydride were performed and investigated the effect on mechanical properties of composites.

Material-method

Bisphenol F-type epoxy resin (ER)-NPEF 170, aromatic amine type hardener and epoxy embedding medium accelerator 2,4,6-tris(dimethylaminomethyl)phenol which purchased from Sigma-Aldrich were used. Coconut as imported product was obtained from nearby local market and the shell with coir powder were obtained by grinding in mill and sieved.

CW was used as filler in 3 different forms:

- untreated CW,
- treated with 5% NaOH solution CW,
- modified CW with acetic anhydride (AA).

The grinded CW fillers (particle size < 63 µm obtained by using 230 mesh sieve) were mixed in various wt% (10-50 wt%) with epoxy matrix by mechanical stirring and the mixture is ultrasounded for 1h at 60 °C. Afterwards, the curing agent (30 wt%) and epoxy accelerator (1 wt%) were added. The samples were formed in stainless-steel molds which were prepared according to ASTM D 638 standard and cured at 60 °C.

Discussion and recommendations

Table 1. Mechanical properties of composites

CW (wt%)	Elongation break (%)	Tensile strength (MPa)	E-modulus (GPa)
NPEF-170 (ER)			
-	1.067	108	9.0
ER/untreated CW composites			
10	1.234	114	9.3
20	0.974	132	9.5
30	0.921	134	9.4
40	0.666	98	9.7
50	0.659	104	9.9
ER/NaOH treated CW composites			
10	1.010	133	6.8
20	1.002	154	7.2
30	0.958	134	8.8
40	0.942	134	9.5
50	0.515	137	8.9
ER/AA modified CW composites			
10	1.250	151	9.3
20	1.160	160	9.5
30	0.958	140	8.6
40	0.931	137	8.1
50	0.622	137	8.6

As seen from Table 1, the chemical modification significantly affected the tensile strength and modulus values of the CW composites. The tensile strength and elongation of the composites increased in the order of untreated CW <NaOH treated CW <AA modified CW. The most appropriate filler amount were determined as 30%, 20% and 20 wt% for untreated CW, NaOH treated CW and AA modified CW, respectively.

Keywords : biocomposite, epoxy resin, mechanical properties

ÖZET

Amaç

Bu çalışmada biyobazlı epoksi kompozit malzemeler elde etmek için hindistan cevizi kabuğu (HCK) kullanılmıştır. HCK'nın alkali ve asetik anhidritle kimyasal modifikasyonu yapılarak kompozitlerin mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir.

Materyal-yöntem

Çalışmamızda matris sistemi olarak NPEF-170 olarak adlandırılan bisfenol-F tipi epoksi reçine, kürleştirici olarak poliamin, hızlandırıcı olarak 2,4,6-tris(dimetilaminometil)-fenol (Sigma-Aldrich) kullanılmıştır. hindistan cevizi yerel marketlerden temin edilmiştir. Hindistan cevizleri kırılarak içinden (beyaz kısımdan) ayrılmış, kabuk kısmının tamamı lifle birlikte kırılıp öğütülmüştür. Hindistan cevizi kabuğu kompozitlerde 3 farklı şekilde:

- işlenmemiş ham haliyle,
- % 5'lik NaOH çözeltisinde muamele edilerek,
- asetik anhidritle (AA) modifiye edilerek kompozitlerin hazırlanmasında kullanılmıştır.

Parçacık boyutu <63 µm olan HCK kütlece %10-50 oranlarında epoksi matris ile önce mekanik olarak, daha sonra 1 saat 60 °C'da ultrasonic banyoda karıştırılmıştır. Daha sonra %30 oranında kürleştirici ve %1 oranında hızlandırıcı ilave edilerek ASTM D 638 standartlarına göre hazırlanan kalıplara dökülmüştür. Numuneler 60 °C'da kürlenme işlemine tabi tutulmuştur.

Ön değerlendirmeler

Tablo 1. Kompozitlerin mekanik özellikleri

HCK (kütlece %)	Çekme uzaması (%)	Çekme dayanımı (MPa)	E-modül (GPa)
NPEF-170 (ER)			
-	1.067	108	9.0
ER/işlenmemiş HCK kompozitleri			
10	1.234	114	9.3
20	0.974	132	9.5
30	0.921	134	9.4
40	0.666	98	9.7
50	0.659	104	9.9
ER/NaOH'le işlenmiş HCK kompozitleri			
10	1.010	133	6.8
20	1.002	154	7.2
30	0.958	134	8.8
40	0.942	134	9.5
50	0.515	137	8.9
ER/AA'le modifiye HCK kompozitleri			
10	1.250	151	9.3
20	1.160	160	9.5
30	0.958	140	8.6
40	0.931	137	8.1
50	0.622	137	8.6

Tablo 1'den görüldüğü gibi, kimyasal modifikasyon HCK kompozitlerinin çekme dayanımı ve elastisite modül değerlerini önemli derecede etkilemiştir. Kompozitlerde çekme dayanımı sırasıyla; işlenmemiş HCK < NaOH ile işlenmiş HCK < AA ile modifiye HCK şeklinde artmıştır. Kompozitler için en uygun dolgu oranı; işlenmemiş, NaOH'le işlenmiş ve AA ile modifiye edilmiş HCK için sırasıyla %30, %20 ve %20 olarak belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: biyokompozit, epoksi reçine, mekanik özellikler

TENSILE BEHAVIORS OF BASALT/EPOXY COMPOSITES AT SEA WATER CORROSION CONDITION

DENİZ SUYU KOROZYON ORTAMINDA BAZALT/EPOKSİ KOMPOZİTLERİN ÇEKME DAYANIMI DAVRANIŞLARI

İbrahim DEMİRCİ¹, Ahmet AVCI², Mehmet Turan DEMİRCİ^{3*}

¹ Necmettin Erbakan University, Konya, Turkey,
Ibrahmdemirci66@gmail.com

^{2,3*} Selcuk University, Konya, Turkey, aavci@selcuk.edu.tr,
turandemirci@selcuk.edu.tr

ABSTRACT

There are many studies and applications about Glass Fiber and Carbon Fiber Reinforced Polymer composites. However, there are not sufficient wide ranges of studies in literature about Basalt Fiber Reinforcement (BFR). In addition, the effects of nanoparticle addition into polymer matrix by reinforcing BFR to composites have not been researched enough especially corrosion conditions. In this research, the effects of SiO₂ nanoparticle addition into Basalt/Epoxy composite have been researched at the sea water (mediterrian sea) corrosion condition. %4 wt. SiO₂ nanoparticles have been filled into epoxy polymer matrix and stirring by ultrasonic mixture process. %4 wt. SiO₂ nanoparticles filled and unfilled Basalt/Epoxy composites have been exposed to sea water during 0, 10, 20 and 40 days. At the end of corrosion waiting periods, SiO₂ nanoparticles filled and unfilled Basalt/Epoxy composites have been applied to the tensile tests according to ASTM D 3039/D 3039M. The tensile strengths of nanoparticle filled and unfilled Basalt/Epoxy composites have been found and compared with each other according to corrosion periods. The decreases of tensile strength of nanoparticle filled and unfilled Basalt/Epoxy composites exposed to 0, 10, 20 and 40 corrosion days and the contributions of SiO₂ nanoparticle were determined. The decreases of tensile strength of SiO₂ nanoparticle filled Basalt/Epoxy composites was found as lower than unfilled Basalt/Epoxy composites. In addition, same cases of SiO₂ nanoparticle filled BFR/Epoxy composites were defined for sea water absorption. It was observed that sea water absorption of Basalt/Epoxy composites related in and affected the mechanical properties of them.

Keywords: Basalt fiber reinforcement (BFR), sea water corrosion, mechanical properties, SiO₂ nanoparticle, nanocomposite.

ÖZET

Cam elyaflar ve Karbon elyaflar üzerine birçok çalışmalar ve uygulamalar olmasına karşın basalt elyaflar ile ilgili yeteri kadar çalışmalar literatürde yer almamaktadır. Aynı zamanda korozyon ortamında nanopartikül katkılı basalt elyaf takviyeli kompozitler ile ilgili çalışmalar ise oldukça azdır. Bu araştırmada, Deniz suyu (akdeniz) ortamında Bazalt/Epoksi kompozitlere SiO₂ nanopartikül katkısının etkileri incelenmiştir. %4 ağırlıkça SiO₂ nanopartiküller epoksi matrise mekanik ve ultrasonik karıştırıcılar vasıtasıyla karıştırılmıştır. SiO₂ nanopartikül katkılı ve katkısız Bazalt/Epoksi kompozitler 0, 10, 20 ve 40 gün deniz suyu korozyonuna maruz bırakılmıştır. Korozyon süreleri sonunda, ASTM D 3039/D 3039M standardına göre SiO₂ nanopartikül katkılı ve katkısız Bazalt/Epoksi kompozitlere çekme deneyleri uygulanmıştır. Deney sonunda SiO₂ nanopartikül katkılı Bazalt/epoksi kompozitlerin çekme dayanımdaki azalmaların daha az olduğu gözlenmiştir. Bununlar birlikte SiO₂ nanopartikül katkısıyla Bazalt/Epoksi kompozitlerde deniz suyu absorpsiyonun daha az olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Bazalt Elyaflar, Deniz Suyu Korozyonu, SiO₂ Nanopartikül, Nanokompozitler.

VIBRATION PROPERTIES OF CARBON NANOFIBER REINFORCED EPOXY/GLASS MICROBALLOON SYNTACTIC FOAM

KARBON NANO FİBER TAKVİYELİ EPOKSİ/CAM MİKROBALON KABARCIKLI SÜNGERİN TİTREŞİM ÖZELLİKLERİ

M. Fatih ŞANSVEREN, *f.sansveren@atauni.edu.tr* Atatürk Üniversitesi,
Mühendislik Fak. Makine Müh. Böl, 25240, Erzurum

Mustafa YAMAN, *myaman@atauni.edu.tr* Atatürk Üniversitesi,
Mühendislik Fak. Makine Müh. Böl, 25240, Erzurum

ABSTRACT

By the development of the technology day by day, this prompts researchers to find new and functional materials. It is desired that materials are lightweight and have improved physical, mechanical, electrical and thermal properties at the same time. In this context, composite materials take an important place in research subjects.

With this study, in the first step polymer composite materials have been made lightweight by adding hollow glass microspheres into the matrix structure. The mechanical properties of manufactured composite products are decreased due to the porous structure. In the second step, it is aimed to improve the mechanical properties without sacrificing weight by using carbon nanoparticles. Carbon nanofiber (CNF) is used as the nano filler to strengthen the structure. Thirteen different composite materials are fabricated including neat epoxy, syntactic foam without CNF and syntactic foam with CNF. Two types of glass MB having nominal densities of 0.12 g/cm³ and 0.21 g/cm³ were used to obtain syntactic foams. Also two different volume fraction of CNF (0.25 and 0,50 vol.%) were added into the matrix material to observe the effect of the CNF.

Fabricated composite samples were subjected to vibration tests and both natural frequencies and damping ratios were determined with these tests. From the obtained results, reinforcement material has an effect on the mechanical and dynamical properties.

Keywords: Carbon nanofiber, microballoon, syntactic foam, vibration

ÖZET

Teknolojinin günden güne ilerlemesi araştırmacıları yeni ve fonksiyonel malzeme arayışlarına itmektedir. Malzemelerin hafif olması ve aynı zamanda gelişmiş fiziksel, mekanik, elektriksel ve termal özelliklere sahip olması arzu edilir. Bu bağlamda araştırma konuları içerisinde kompozit malzemeler önemli bir yer teşkil etmektedir.

Bu çalışma ile ilk aşamada polimer matris içerisine içi boş mikro cam küreciklerin katılması ile kompozit malzemenin hafifletilmesi sağlanmıştır. Elde edilen poroz yapılı kompozit malzemenin mekanik özellikleri boşluklar nedeniyle kötüleşmektedir. İkinci aşamada ise yapının güçlendirilmesi için matris yapı içerisine karbon nano partiküller ilave edilerek ağırlıktan ödün vermeden mekanik özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Yapının güçlendirilmesinde nano partikül olarak karbon nano fiber tercih edilmiştir. Ham epoksi, mikro cam küre ve nano fiber katkılı 13 farklı kabarcıklı sünger kompozit malzeme üretilmiştir. Yoğunlukları 0.12 g/cm^3 ve 0.21 g/cm^3 olmak üzere iki tür cam mikro balon kullanılmıştır. Karbon nano fiberler matris yapı içerisine hacimce %0.25 ile %0.5 oranında katılmıştır.

Üretilen kompozit numuneler titreşim testlerine tabi tutularak hem doğal frekansları hem de sönüm oranları belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan katkı ürünlerinin mekanik ve dinamik özellikler üzerinde etkili olduğu saptanmıştır.

Anahtar kelimeler: Karbon nano fiber, mikro balon, kabarcıklı sünger, titreşim

**MİKRO VE NANO SiO₂ İLAVESİNİN EPOKSİ REÇİNESİNİN
MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**
**INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MICRO AND NANO SiO₂
ADDITIVES ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF EPOXY
RESIN**

Mehmet Sari; Necmettin Erbakan Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü,
Konya/Türkiye, m.sari@outlook.com.tr

Şakir Yazman; Selçuk Üni. İlgın Meslek Yüksek Okulu, Konya/Türkiye,
syazman@selcuk.edu.tr

Lokman Gemi; Necmettin Erbakan Üni. Seydişehir Meslek Yüksek Okulu,
Konya/Türkiye, lgemi@konya.edu.tr

Muhammet Uludağ; Bursa Teknik Üni. Mimarlık ve Mühendislik Fakültesi,
Bursa/Türkiye, muhammet.uludag@btu.edu.tr

Amaç:

Kompozit malzemelerde matris malzemesi ve yapıştırıcı olarak sıklıkla kullanılan epoksi reçineler gevrek bir karaktere sahiptirler. Bu durum gerek yapıştırma bağlantısının dayanımını gerekse kompozit malzemenin dayanımını olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması amacıyla partikül ilaveleri yapıla gelmektedir. Son yıllarda nanopartikül ilaveli çalışmalar sıklıkla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada epoksi reçine içerisine ağırlıkça farklı oranlarda SiO₂ mikropartikülü ve nanopartikülü ilave edilerek mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi ve partikül boyutunun reçine dayanımı üzerindeki etkisinin tespiti amaçlanmaktadır.

Materyal-Yöntem:

Epoksi reçine içerisine yapılacak olan ilavelerde ağırlıkça %0.5 ve 1.0 oranları kullanılmış olup homojen dağılım için karıştırma işlemi ultrasonik homojenizatör ile gerçekleştirilmiştir. Epoksi reçine ile sertleştirici karışım oranı olarak 10:4 kullanılmıştır. Sertleştirici ilavesi sonrası nanokompozit mekanik olarak karıştırılmıştır. Daha sonra hazırlanan nanokompozitlere gaz giderme işlemi uygulanarak karışım içerisinde yer alan hava kabarcıklarının giderimi sağlanmıştır. Hava boşluklarından arındırılmış olan nanokompozitler ASTM D638-14 standardına uygun olarak hazırlanan kalıplara alınmış ve iki aşamalı kür uygulanmıştır. Birinci kür işlemi oda sıcaklığında 24 saat boyunca gerçekleştirilirken ikinci kür işlemi de 80 °C sıcaklık altında 15 saat boyunca uygulanmıştır. Belirtilen standartlarda çekme testi gerçekleştirilerek partikül ilave türünün ve ilave miktarının mekanik özellikler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çekme testi sonrası oluşan kopma yüzeyleri mikroskop ile inceleyerek mikro hasar analizi yapılmıştır.

Ön Değerlendirmeler: Mikro ve nano partikül ilavesinin reçinenin mekanik özellikleri üzerinde olumlu bir etkiye neden olduğu ancak nano partikül

ilavesi ile daha yüksek mekanik dayanım değerlerinin elde edildiği görülmüştür. Hasar yüzeyleri incelendiğinde mikro ve nano partikül ilavesinin benzer tokluk mekanizmalarına neden olduğu ancak nano partikül ilavesinin daha sünek kırılma morfolojisi kazandırdığı görülmüştür.

Anahtar Sözcükler: epoksi, hasar analizi, mikrokompozit, nanokompozit, silika partikül

Aim: Epoxy resins, which are often used as matrix materials and adhesives in composite materials, have a brittle character. This situation adversely affects the strength of the bonding connection and also the strength of the composite material. Particulate additions are made to remove this negative situation. In recent years, studies involving nanoparticles have been performed frequently. In this study, it is aimed to improve the mechanical properties of epoxy resin by adding SiO₂ microparticles and nanoparticles at different ratios and to determine the effect of particle size on resin strength.

Material-Method: The proportions of 0.5 and 1.0% by weight were used in the epoxy resins, and the homogeneous dispersion was carried out using an ultrasonic homogenizer. The mixing ratio of epoxy resin to hardener was 10:4. After the addition of the hardener, the nanocomposite was mechanically mixed. Subsequent degassing of the prepared nanocomposites was followed by removal of air bubbles in the mixture. The nanocomposites purified from air voids were prepared in accordance with ASTM D638-14 and two-stage curing was applied. The first curing process was carried out at room temperature for 24 hours while the second curing process was carried out at 80 °C for 15 hours. Tensile tests were performed on the specified standards to investigate the particle additive and the effect on the mechanical properties of the addition amount. After the tensile test, the fracture surfaces were microscopically examined and micro damage analysis was performed.

Results: Micro and nanoparticle additions were found to have a positive effect on the mechanical properties of the resin, but higher mechanical strength values were obtained by the addition of nanoparticles. When the damage surfaces were examined, it was observed that the addition of micro- and nano-particles caused similar saturation mechanisms, but the addition of nanoparticles resulted in more ductile fracture morphology.

Keywords: epoxy, damage analysis, microcomposite, nanocomposite, silica particle

LOW VELOCITY IMPACT BEHAVIOIRS OF SiO₂ NANOPARTICLE FILLED $\pm[55]_6$ BFR/EPOXY FILAMENT WOUND COMPOSITE PIPES

SiO₂ NANOPARTİKÜL KATKILI $\pm[55]_6$ BTP/EPOKSİ FİLAMAN SARIM KOMPOZİT BORULARIN DÜŞÜK HIZLI DARBE DAVRANIŞLARI

Mehmet Turan DEMİRCİ^{1*}, Memduh KARA², Ahmet SAMANCI³

^{1*}Selcuk University, Turkey, turandemirci@selcuk.edu.tr

²Mersin University, Turkey, memduhkara@mersin.edu.tr

³Necmettin Erbakan University, Turkey, asamanci@konya.edu.tr

ABSTRACT

Basalt fiber reinforcement (BFR) materials have been used in many industrial applications in last decade. Basalt fiber has higher mechanical properties than E-Glass Fiber reinforcement (GFR) as well as lower cost than Carbon Fiber reinforcement (CFR) material. However, Carbon Fiber reinforcement provides higher mechanical behaviors than Basalt Fiber reinforcement. Nowadays, nanoparticle filled polymer based material composite have been studied in many research areas for increasing the mechanical performances of matrix materials. In addition, the nanoparticle addition into matrix materials contributes the well combination between fibers and matrix by increasing the adhesion and improving fracture mechanisms. Therefore, in this study SiO₂ nanoparticles has been filled into epoxy matrix and then SiO₂ nanoparticle (filled + and - directed fiber band) $\pm[55]_6$ filament wound BFR/Epoxy composite pipes was produced via CNC filament winding machine. SiO₂ nanoparticle filled and unfilled $\pm[55]_6$ filament wound BFR/Epoxy composite pipes was carried out the low velocity impact tests according to ASTM D7136/7136M standard at 15J energy level. As results of tests, SiO₂ nanoparticle addition into $\pm[55]_6$ filament wound BFR/Epoxy composites has been improved the responses of impact behaviors. It was observed that while the maximum load of low velocity impact was increased but, displacement was decreased. In addition it was seen that, SiO₂ nanoparticle addition decreased the delamination failure of $\pm[55]_6$ filament wound BFR/Epoxy composite pipes.

Keywords: SiO₂ nanoparticle, Basalt Fiber, Composite, Low Velocity Impact Test

ÖZET

Bazalt elyaf takviyeli (BTP) kompozitler son zamanlarda bir çok endüstriyel uygulamalarda kullanılmaktadır. Bazalt elyaflar, E-Cam elyaflardan (CTP) daha iyi mekanik özellikler sergilerken, karbon elyaflar çok daha fazla mekanik özellikler göstermesine rağmen, bazalt elyaflar daha düşük maliyetlere sahiptirler. Günümüzde kompozitlerin mekanik özelliklerini iyileştirmek için kompozitlerin matris malzemelerine nanopartikül katkıları yapılmaktadır. Sadece mekanik özelliklerin artırılması değil, nanopartiküller matris malzeme ile elyaf takviyesi arasında adezyonu ve kırılma tokluğunu da iyileştirmektedir. Bundan dolayı bu çalışmada epoksi matris malzemeye SiO₂ nanopartikül katkısı kullanılmıştır. SiO₂ nanopartikül katkılı ve katkısız $\pm[55]_6$ filaman sarım BTP/Epoksi kompozit borular CNC sarım makinesi vasıtasıyla üretilerek, ASTM D7136/7136M standardına göre 15j enerji seviyesinde düşük hızlı darbe deneyleri gerçekleştirilmiştir. SiO₂ nanopartikül katkısıyla maksimum kuvvetin arttığı, deplasmanın ve delaminasyon hasarının azaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: SiO₂ Nanopartiküller, Bazalt Elyaf, Kompozit, Düşük Hızlı Darbe Testi.

**OPTIMUM DESIGN OF HYBRID CARBON-GLASS/EPOXY
LAMINATED COMPOSITE FOR MINIMUM COST AND
MAXIMUM FREQUENCY USING A STOCHASTIC
OPTIMIZATION METHOD**

**HİBRİT KARBON-CAM/EPOKSI TABAKALI KOMPOZİTLERİN
MINIMUM MALİYET- MAKSİMUM DOĞAL FREKANS
ŞARTLARINDA STOKASTİK OPTİMİZASYON METODU
KULLANILARAK TASARLANMASI**

Melih Savran¹, Levent Aydın¹

1 Department of Mechanical Engineering, İzmir Katip Çelebi University

Çiğli, İzmir, 35000, Turkey

mlhsvrn@gmail.com

leventaydinn@gmail.com

ABSTRACT

Keywords: Military applications, interply hybrid composites, cost reduction, fundamental frequency

Aim of Study

In military and commercial aircraft structures (i.e., the airframe of AV-8B, F-22 fighter aircraft) weight reduction and cost are crucial. Fiber reinforced laminated composites are preferred especially for higher speeds and increased payloads. In these statements, determination of the fundamental frequency performances of laminated composites are main issue. For design of military and aircrafts composite structures, especially in dynamical engineering systems, fundamental frequency have to be taken into account in order to prevent resonance arising from external excitations. In this regard many researchers have conducted studies to obtain maximum fundamental frequency of the structures. In addition to mechanical point of view, it is also crucial to consider the cost factors in engineering problems. Traditional fiber reinforced composite materials generally have consisted of glass, carbon and /or combination of these. In addition to being strong and rigid, when these materials are mixed, they save up cost and weight, simultaneously. For this reason, hybrid laminated composites can be used to decrease cost without sacrificing from fundamental frequency. The goal of this study is to determine the optimum stacking sequences of carbon-glass/epoxy hybrid composite structures in order to maximize the fundamental frequency and

minimize the cost by multi objective optimization approach. Furthermore, the effect of the number of carbon layers on carbon-glass/epoxy hybrid structures with various aspect ratios in terms of fundamental frequency are investigated.

Material and Method

Hybrid laminated composite comprising high stiffness and expensive carbon surface and low stiffness and inexpensive glass core layers is considered. In this structure, carbon provide high frequency, glass layers decrease cost. Classical laminated plate theory is utilized to analyze interply hybrid laminated structure. The theory assumes that (i) each lamina is homogeneous, orthotropic, elastic and perfectly bounded each other, (ii) laminated composite is thin and wide, (iii) there exists a linear strain distribution through the thickness. Design and optimization problems of laminated composites include complicated, highly nonlinear functions and discrete search spaces hence the traditional optimization techniques can not be used to solve them. In recent years, it is possible to obtain appropriate designs including desired physical features of anisotropic materials with the development of stochastic optimization methods. Present study is proposed that Differential Evolution (DE) stochastic optimization algorithm to solve stacking sequence design of 64-layerd interply hybrid carbon-glass/epoxy laminated composite for minimum cost and maximum frequency. Discrete fiber orientation angles (45 degree increments), the numbers and the thicknesses of the surface and core layers are selected as design variables.

Discussion and Results

The results show that the proposed algorithms DE exhibit comparable performance versus Genetic algorithm (GA) and Simulated Annealing algorithm (SA) in terms of fundamental frequency for the same laminated structure design problem available in the literature. Also by using hybrid structure, it is possible to design laminated composites with high fundamental frequency and low cost without sacrificing in stiffness-to-weight ratios. Therefore, in the military applications, the developed materials optimized in the present study can be utilized as an alternative to commercial metallic or traditional fiber reinforced composite materials.

ÖZET

Amaç

Ticari ve askeri havacılık araçlarında (örneğin: AV-8B uçak gövdesi, F-22 savaş uçağı) ağırlık azaltılması ve maliyet çok önemli iki parametredir. Fiber katkılı tabakalı kompozit malzemeler özellikle yüksek hızlı ve şiddetli yükleme şartlarına maruz yapılarda tercih edilmektedir. Bu gibi durumlarda kompozit plakaların doğal frekans performansının belirlenmesi, kompozit yapıların tasarımı için çok önemlidir. Özellikle, dinamik mühendislik sistemlerinde, dış etkilerden kaynaklanan rezonansı önlemek için doğal frekans dikkate alınmalıdır. Bu bağlamda birçok araştırmacı, maksimum doğal frekans elde etmek için çalışma yürütmüştür. Mekanik bakış açısına ek olarak, mühendislik problemlerinde maliyet faktörlerini de dikkate almak çok önemlidir. Geleneksel elyaf takviyeli kompozit malzemeler genellikle cam, karbon ve / veya bunların kombinasyonlarından oluşmaktadır. Dayanıklı olmasının ve yüksek rijitliğin yanı sıra, bu malzemeler karıştırıldığında, maliyet ve ağırlık tasarrufu da sağlar. Bu bağlamda, tabakalı hibrit kompozit sistemler, doğal frekanstan ödün vermeden maliyeti düşürmek için kullanılabilir. Bu çalışmanın amacı, hibrit kompozit yapının fiber açısı dizilimlerini belirleyerek, çok yönlü optimizasyon yaklaşımıyla doğal frekansı maksimize etmek ve maliyeti en aza indirmektir. Ayrıca, karbon katmanlarının sayısının, plakanın çeşitli en / boy oranlarında karbon-cam / epoksi hibrit yapısı üzerindeki etkisi, doğal frekans açısından incelenmiştir.

Malzeme ve Method

Bu çalışmada ele alınan malzeme sistemi, yüksek rijitlik ve pahalı karbon takviyeli dış tabakalar; bunun yanında düşük rijitlik ve ucuz cam takviyeli iç tabakalardan oluşan hibrit yapı şeklinde düşünülmüştür. Bu yapının kullanımı, karbon fiberin yüksek frekans sağlaması, cam tabakaların ise maliyeti düşürme etkisi göstermesi amacıyla tercih edilmiştir. Tabakalı hibrit yapıyı analiz etmek için klasik lamine plak teorisi kullanılmıştır. Bu teori, her laminanın homojen, ortotropik, elastik ve birbirine kusursuz olarak yapıştığını varsaymaktadır. İkinci olarak teori tabakalı kompozitin ince ve geniş olduğunu, aynı zamanda kalınlık boyunca doğrusal bir gerinme dağılımı gösterdiğini kabul eder. Tabakalı kompozitlerin tasarım ve optimizasyon problemleri son derece karmaşık, doğrusal olmayan fonksiyonlar içerir; dolayısıyla geleneksel optimizasyon teknikleri bu tür problemleri çözmek için kullanılamaz. Son yıllarda, stokastik optimizasyon yöntemlerinin geliştirilmesi ile istenilen fiziksel özelliklere sahip anizotropik malzemelerden uygun tasarımlar elde etmek mümkündür.

Mevcut çalışmada, optimizasyon problemlerini çözmek için Differential Evolution (DE) optimizasyon algoritması önerilmiştir. Fiber oryantasyon açıları, tabakalı kompozitin yüzey ve iç katmanların sayıları ve kalınlıkları tasarım değişkenleri olarak seçilmiştir.

Sonuçlar

Sonuçlar, çözüm için önerilen Diferential Evolution algoritmasının benzer tasarım problemi için doğal frekans açısından Genetik algoritma (GA) ve benzetimli tavlama algoritması (SA) ile karşılaştırılabilir performans sergilediğini göstermektedir. Ayrıca hibrid yapı kullanılarak rijitlik / ağırlık oranından ödün vermeden, yüksek doğal frekanslı ve düşük maliyetli tabakalı kompozitlerin tasarlanmasının mümkün olduğu görülmüştür. Bu sayede, mevcut çalışma içerisinde geliştirilen optimize edilmiş tabakalı hibrit kompozit malzemeler askeri uygulamalarda standart metalik ya da tek fiber içerikli kompozit malzemelere alternatif olarak kullanılabilecektir.

EFFECT OF TOTAL FILLER CONTENT AND MICRON PARTICLE SIZE ON BIOMECHANICAL PERFORMANCE OF NANOHYBRID COMPOSITES DEVELOPED FOR POTENTIAL DENTAL APPLICATIONS

POTANSİYEL DENTAL UYGULAMALARDA KULLANMAK İÇİN GELİŞTİRİLEN NANOHİBRİT KOMPOZİTLERİN BİYOMEKANİK PERFORMANSI ÜZERİNE TOPLAM PARTİKÜL İÇERİĞİ VE MİKRON PARTİKÜL BOYUTUN ETKİSİ

Zerin Yesil Acar^{1,2}, Nadir Kiraz², Meltem Asiltürk¹

¹*Akdeniz University, Faculty of Science, Department of Chemistry, Antalya, 07058, Turkey*

²*Akdeniz University, Faculty of Engineering, Department of Materials Science and Engineering, Antalya, 07058, Turkey*

meltemasilturk@akdeniz.edu.tr

ABSTRACT

Aim

Composites are preferred materials in dental area due to their high mechanical strength, superior aesthetic appearance, reasonable cost compared to ceramics and the tendency to adhere to the tooth and denture. The recent studies in dental area have focused on materials that can respond to the mechanical needs as well as repairing of losses that occur due to decay and other various reasons in dental tissues. The amount of filler material and particle-matrix interaction have been improved using different size of particles in composites, and consequently, increased mechanical strength and improved aesthetic properties have been obtained without compromising the processability of the composite. The aim of this study was to determine optimal total particle content and to determine the most important properties -such as three point bending strength, water sorption and solubility characteristics- of nanohybrid composites that were prepared by using different micron particle size

Material/Method

As a continuous phase, The organic matrix is comprised of a mixture of urethanedimethacrylate (UDMA), 2,2-Bis[4-(2-hydroxy-3-methacryloyloxypropyl)phenyl]-propane (BISGMA) and tri ethyleneglycoldimethacrylate (TEGDMA) monomer in a ratio of (40:40:20 wt%). The nano sized Aerosil R 709, micro sized M8000 (1,8 µm), M6000 (4

µm), M4000 (6 µm), M3500 (11 µm), M3000 (17 µm) silica particles which were modified with 3-methacryloxypropyltrimetoxysilane (MPTS) were added in the matrix. After the mixture was injected into molds, it was polymerized at a certain temperature and time using hydraulic press. And then the mold was transferred to the cold press to end the polymerisation. Three point bending test, water sorption and solubility tests were applied as described in ISO 4049.

Discussion and Recommendations

The organic matrix forming the backbone of the composite is the most important component that holds the particles together, provides stress transfer among the particles and protects the particles from physical and chemical external effects. Because the amount of matrix fell below the value that was enough to cover all particles' surfaces, composites containing a total particle content of 60% and 65% could not be prepared. When the content of total particle is 42 wt% in composite, their flexural strength values can be reduced by reducing particle size. Otherwise, while the content of total particle is 60 wt% in composite by reducing the amount of PMMA, their flexural strength values can be increased by reducing particle size.

Results

The weight ratio [(UDMA:BISGMA):TEGDMA] [(40:40):20] was selected after examining the effects of main monomer, diluent/crosslinking monomer type and ratios on the flexural strength of organic matrix. The optimum total content of particles was determined as 60 wt % by reducing the amount of organic matrix or PMMA. It has been shown that composites could be prepared by using this determined amount of different sizes of micron particles and according to results of tests performed on the systems, the developed nanohybrid composites were found to be suitable for potential dental applications.

Keywords

Dental composite, Nanohybrid composite, Biomechanical property

ÖZET

Amaç

Kompozitler; yüksek mekanik dayanım, üstün estetik görünüm, seramiklere kıyasla ölçülü maliyet, diş ve damağa yapışma yatkınlıklarından dolayı dental alanda tercih edilen malzemelerdir. Dental alandaki son çalışmalarda, diş dokularında çeşitli nedenlerle oluşan doku kayıplarının ve çürük sonucu oluşan kayıpların giderilmesinde estetik ihtiyaçlara da cevap verebilen malzemelerin geliştirilmesi üzerine odaklanılmıştır. Geliştirilen kompozitler içerisinde farklı boyuttaki mikron partikül kullanımı ile matristeki dolgu malzemesi oranının ve partikül-matris yüzey temasının artması sağlanmıştır. Bunun sonucunda, kompozitin işlenebilirliğinden ödün vermeksizin mekanik dayanımında artış ve estetik özelliğinde düzelme sağlanmıştır. Bu çalışma, optimum toplam partikül içeriğinin saptanmasını ve farklı boyuttaki mikron partiküllerin kullanılmasıyla hazırlanan nanohibrit kompozitlerin ilgili alandaki en önemli biyomekaniksel özelliklerden; üç nokta eğme dayanımı, su emilimi ve çözünürlük özelliklerinin belirlenmesini kapsamaktadır.

Materyal/Yöntem

Sürekli faz olan organik matris; ağırlıkça [(40:40):20] oranında üretan dimetakrilat (UDMA), bisfenol-A glisidil dimetakrilat (BISGMA) ve tri etilen glikol dimetakrilat (TEGDMA) monomer karışımından oluşmaktadır. Nano boyuta sahip Aerosil R709, mikron boyuta sahip M8000 (1,8 µm), M6000 (4 µm), M4000 (6 µm), M3500 (11 µm), M3000 (17 µm) silika partiküller 3-metakriloksipropil trimetoksisilan (MPTES) ile modifiye edilerek matrise ilave edilmiştir. Karışım kalıplara enjekte edildikten sonra belirli sıcaklık ve sürede sıcak preste polimerleştirilmiş ve ardından polimerleşmenin sonlandırılması için kalıp soğuk prese aktarılmıştır. Örneklerin değerlendirilmesinde ISO 4049 numaralı standartta tanımlanan eğme dayanımı, su sorpsiyonu ve çözünürlük testlerinin sonuçları dikkate alınarak uygun kompozitler geliştirilmiştir.

Ön Değerlendirmeler

Kompozitin belkemiğini oluşturan organik matris; partikülleri birarada tutan, partiküller arasında gerilim aktarımını sağlayarak kompozit yapının mekanik özelliklerinin oluşumunu etkileyen, partikülleri fiziksel ve kimyasal dış etkilere koruyarak kompozit yapının bir sistem olarak ortaya çıkmasını sağlayan kısımdır. Toplam partikül içeriğinin %60 ve %65 olduğu kompozit sistemlerin hazırlanamayışı, matris miktarının partikülleri birarada tutmaya ve partikül yüzeylerini sarmaya yetebilecek değerin altına düştüğünü gösteren sonuçlardan biridir. Toplam partikül içeriğinin ağırlıkça %42 olduğu kompozitlerde kullanılan partikülün boyutu küçültülerek eğme dayanımları azaltılabilir. Aksine, PMMA miktarının azaltılarak toplam

partikül içeriğinin ağırlıkça %60 olduğu kompozitlerde ise kullanılan partikülün boyutunu azaltarak eğme dayanımları artırılabilir.

Sonuçlar

Organik matrisin eğme dayanımı üzerine [(ana monomer):seyreltici/çapraz bağlayıcı monomer] türü ve oranı etkisi incelenerek [(UDMA:BISGMA):TEGDMA] üçlüsünün [(40:20):20] oranında kullanımına karar verildi. Organik matris veya PMMA oranı düşürülerek optimum toplam partikül içeriği ağırlıkça %60 olarak belirlendi. Belirlenen bu oranda ve farklı boyuta sahip mikron partiküllerin kullanılmasıyla kompozitlerin hazırlanabileceği tespit edilmiştir. Kompozitlere yapılan ilgili testlerin sonuçlarına göre dental kompozit uygulamalarında yer almaya uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler

Dental kompozit, Nanohibrit kompozit, Biyomekanik özellik

PREPARATION OF THYME OIL MICROCAPSULES USING GELATIN AND GUM ARABIC AND DETERMINATION OF THE EFFECT OF OIL CONCENTRATION ON THE RELEASE CHARACTERISTICS

KEKİK YAĞI MİKROKAPSÜLLERİNİN JELATİN VE ARAP ZAMKI KULLANILARAK HAZIRLANMASI VE YAĞ KONSANTRASYONUNUN SALIM ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Meltem Karagözlü¹, Özgül Özdestan Ocak¹, Buğra Ocak²

¹ *Department of Food Engineering, Faculty of Engineering, Ege University,
Bornova-Izmir e-mail: mltm.karagozlu@gmail.com;
ozgulozdestan@gmail.com*

² *Department of Leather Engineering, Faculty of Engineering, Ege
University, Bornova-Izmir, e-mail: bugraocak@gmail.com*

ABSTRACT

With improved global living standards, food hygiene and safety have become important, raising great public concern and interest. However, the excessive and indiscriminate use of synthetic chemical antiseptics has resulted in a growing number of severe problems of fungicide resistance and environmental pollution with potential risks to human health. In recent years, there has been an increasing interest in the uses of essential oils extracted from plants due to their environmentally friendly, biodegradable, antioxidant and antimicrobial properties.

Thyme essential oil, which is extracted from *Thymus vulgaris* L., is used in medical and pharmaceutical industries as well as in flavor and food industries. One of the limitations of using essential oils as active agents is their high volatility and chemically unstable in the presence of air, light, moisture and high temperatures. If too little essential oil is released, it should be inefficacious whereas if released excessively, it should cause unpleasant odor. Also, the release speeds of these volatile essential oils are usually affected by different application environment conditions. Thus, microencapsulation of volatile essential oils by polymeric wall materials seems to be an effective solution for increasing the stability of these compounds in order to improve their efficiency and minimize environmental damage, thus providing them with a longer shelf life.

Microencapsulation is defined as an effective method for the oxidative stabilization of edible oils, and is used for the protection and the delivery of functional lipids in food applications. Among the microencapsulation methods, complex coacervation is the most commonly used to produce microcapsules. The major advantage of complex coacervation over other methods is its very high payload (up to 99%) and controlled release possibilities. In summary, this method is a phase separation process based on the simultaneous desolvation of oppositely charged polyelectrolyte and the composition of wall-forming polymers, which play an important role because they are responsible for the protection and release properties of the encapsulated active compounds. Microencapsulation via complex coacervation is utilized in the phase separation of two oppositely charged biopolymers, with the formation of a coacervate as the layer and oil-in-water emulsion droplets as the core. The liquid coacervate layer is then transformed into a hard membrane under the action of a cross-linking agent.

In this research, thyme oil loaded gelatin–gum Arabic microcapsules were prepared by complex coacervation technology and the effect of thyme oil concentration on the oil load (%), oil content (%), encapsulation efficiency (%) and release rate of thyme oil from gelatin/acacia gum microcapsules will be determined.

Keywords: Gelatin, Gum Arabic, Complex coacervation, Microencapsulation, Release rate

ÖZET

Gelişmiş küresel yaşam standartları ile birlikte gıda hijyeni ve güvenliği toplumun ilgisini ve alakasını arttırarak önemli hale gelmiştir. Ancak, sentetik kimyasal antiseptiklerin aşırı ve gelişigüzel kullanımı fungusit direnci ve insan sağlığı için potansiyel riskleri olan çevre kirliliği ile ilgili ciddi problemlerin artmasına neden olmuştur. Son yıllarda, bitkilerden ekstrakte edilen esansiyel yağların çevre dostu, biyolojik olarak bozunabilir, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerinden dolayı kullanımları giderek artmaktadır.

Thymus vulgaris L.'den ekstrakte edilen kekik esansiyel yağı tıbbi ve ilaç endüstrilerinde olduğu kadar aroma ve gıda endüstrilerinde de kullanılmaktadır. Esansiyel yağların aktif maddeler olarak kullanılmasının kısıtlamalarından biri hava, ışık, nem ve yüksek sıcaklıkların varlığında yüksek uçucu ve kimyasal olarak kararsız olmasıdır. Çok az esansiyel yağ salımı etkisiz olmakta, aşırı miktarda salım olduğunda da ortamda hoş olmayan kokuya neden olmaktadır. Ayrıca, esansiyel yağların salım hızı

genellikle farklı ortam koşulu uygulamalarından da etkilenmektedir. Bu durumda, polimerik duvar materyalleri ile esansiyel yağların mikroenkapsülasyonu, bu bileşiklerin verimliliklerini arttırmak ve çevresel zararları en aza indirmekle dolayısıyla daha uzun raf ömrü sağlamak için ve bu bileşiklerin stabilitesini artırmak için etkili bir çözüm gibi görünmektedir.

Mikroenkapsülasyon yenilebilir yağların oksidatif stabilizasyonu için etkili bir yöntem olarak tanımlanmaktadır ve gıda uygulamalarında fonksiyonel lipidlerin korunması ve taşınması için kullanılmaktadır. Mikroenkapsülasyon yöntemleri arasında kompleks koaservasyon, mikrokapsüllerin eldesinde en sık kullanılan yöntemdir. Kompleks koaservasyon yönteminin diğer yöntemlere göre en önemli avantajı, çok yüksek mikroenkapsülasyon verimine (% 99'a kadar) ve kontrollü salım olanaklarına sahip olmasıdır. Bu yöntem, ters yüklü polielektrolitin eş zamanlı desolvasyonuna ve kapsüllenmiş aktif bileşiklerin korunması ve salım özelliklerinden sorumlu oldukları için önemli bir rol oynayan duvarı oluşturan polimerlerin bileşimine dayanan bir faz ayırma işlemidir. Kompleks koaservasyon ile mikroenkapsülasyon çekirdek olarak yağ içinde su emülsiyon damlacıkları ve kaplayıcı olarak bir koaservatın oluşumu ile iki karşıt yüklü biyopolimerin faz ayrımında değerlendirilmektedir. Sıvı koaservat tabaka daha sonra bir çapraz bağlayıcı ajanın etkisi altında sert bir membrana dönüştürülmektedir.

Bu çalışmada, kompleks koaservasyon yöntemi kullanılarak jelatin/Arap zımkı duvarlı kekik yağı içeren mikrokapsüller elde edilecek ve farklı kekik yağı konsantrasyonunun mikrokapsüllerin yağ yükü (%), yağ içeriği (%), mikroenkapsülasyon verimi (%) değerlerine ve jelatin/arap zımkı mikrokapsüllerinden kekik yağının salım oranına etkisi incelenecektir.

Anahtar Sözcükler: Jelatin, Arap zımkı, Kompleks koaservasyon, Mikroenkapsülasyon, Salım hızı

INVESTIGATION OF JOINING AND MECHANICAL STRENGTH OF POLYCARBONATE PLATES USING FRICTION STIR SPOT WELDING METHOD

SÜRTÜNME KARIŞTIRMA NOKTA KAYNAĞI YÖNTEMİ KULLANILARAK POLİKARBONAT PLAKALARIN BİRLEŞTİRİLMESİ VE MEKANİK DAYANIMININ İNCELENMESİ

Mustafa Bozkurt¹, Çınar Emine Yeni², Sami Sayer³

¹Dokuz Eylül University, School of Natural and Applied Sciences, 35390, İzmir, ²Dokuz Eylül University, Department of Mechanical Engineering, 35390, İzmir, ³Ege University, Ege Vocational School, 35100, İzmir

¹mustafa_bozkurt48@hotmail.com.tr, ²cinar.yeni@deu.edu.tr, ³sami.sayer@ege.edu.tr

ABSTRACT

AIM: Polycarbonate (PC) is an engineering plastic used in different industrial fields such as aerospace, automotive, white goods, electrical-electronic, lighting. PC is an easy material for thermoforming and molding and can be recycled due to its thermoplastic properties. In this study, it is aimed to investigate the joining of polycarbonate plates by using friction stir spot welding method, which is a solid state joining method dissimilar to using chemical adhesives, and the variation of mechanical strength according to variable welding parameters.

MATERIAL-METHOD: In the scope of this study, 4 mm thick polycarbonate plates are used. Welding applications are carried out by taking reference the refill (no hole) friction stir spot welding method, which is a type of friction stir welding method. In welding applications, the welding apparatus, which was designed and manufactured by using the refill friction stir spot welding method has been employed. In the study, polycarbonate plates were welded by taking three different plunge depths as variable parameters and keeping other welding parameters constant. In the welding applications, three welded samples were produced for each plunge depth using the overlay welding configuration. As a result of the tensile tests, force-displacement graphs and measured maximum force values have been obtained for each welded sample according to different plunge depths.

DISCUSSION AND RECOMMENDATIONS: Within the scope of the study, polycarbonate plates were successfully welded using the friction stir spot welding method. It has been seen that the weld joint mechanical strength and weld zone geometry change depending on the plunge depth. It

has been observed that the maximum average force value measured in tensile tests increases due to the increase in weld depth.

Keywords: Polycarbonate, polycarbonate plate welding, friction stir spot welding

ÖZET

AMAÇ: Polikarbonat (PC), havacılık, otomotiv, beyaz eşya, elektrik-elektronik gibi farklı endüstri alanlarında kullanılan mühendislik plastiklerindendir. PC, ısıl şekillendirmesi ve kalıplanması kolay bir malzeme olup, termoplastik özelliklerinden dolayı geri dönüştürülebilmektedir. Bu çalışmada, polikarbonat plakaların kimyasal yapıştırıcılar dışında bir katı hal kaynak yöntemi olan sürtünme karıştırma nokta kaynağı yöntemi ile birleştirilmesi ve değişken kaynak parametresine göre mekanik dayanım değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL-YÖNTEM: Bu çalışma kapsamında 4 mm kalınlığında polikarbonat plakalar kullanılmıştır. Kaynak uygulamaları sürtünme karıştırma kaynağı yönteminin bir tipi olan tekrar doldurmalı (deliksiz) sürtünme karıştırma nokta kaynağı methodu referans alınarak yapılmıştır. Kaynak uygulamalarında, tekrar doldurmalı sürtünme karıştırma nokta kaynağı referans alınarak tasarlanan ve üretilen kaynak aparatı kullanılmıştır. Çalışmada, üç farklı kaynak dalma derinliği değişken parametre olarak alınıp, diğer kaynak parametreleri sabit tutularak polikarbonat plakalar kaynaklanmıştır. Kaynak uygulamalarında üst üste bindirme kaynak konfigürasyonu kullanılarak herbir dalma derinliği için üçer adet kaynaklı numune üretilmiştir. Çekme testleri sonucunda farklı dalma derinliklerine göre herbir kaynaklı numune için kuvvet-deplasman grafikleri ve ölçülen maksimum kuvvet değerleri elde edilmiştir.

ÖN DEĞERLENDİRMELER: Çalışma kapsamında sürtünme karıştırma nokta kaynak yöntemi kullanılarak polikarbonat plakaların kaynağı başarılı şekilde yapılmıştır. Kaynak bağlantısı mekanik özellikleri ve kaynak bölgesi geometrisinin dalma derinliği parametresine bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Kaynak dalma derinliğinin artmasına bağlı olarak çekme testlerinde ölçülen maksimum ortalama kuvvet değerinin arttığı gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Polikarbonat, polikarbonat plaka kaynağı, sürtünme karıştırma nokta kaynağı

IMPROVEMENT OF CONTINUOUS FIBER REINFORCED EPOXY BASED COMPOSITES WITH NANOCELLULOSE

SÜREKLİ ELYAF TAKVİYELİ EPOKSI MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÖZELLİKLERİNİN NANOSELÜLOZ İLE İYİLEŞTİRİLMESİ

Mustafa Kuyumcu[†], Cenk Kurtulus[†], Mehmet Atilla Tasdelen^{†,}*

[†]Department of Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova
University, 77100 Yalova, Turkey

Fax: +90-226-811-5401; Tel: +90-226-811-5412; E-mail:

tasdelen@yalova.edu.tr

ABSTRACT

PURPOSE

Continuous fibers with different orientations are widely used to obtain high performance composites with the desired strength and stiffness properties. Typically, glass, aramid, and carbon fibers are used as fibers, whereas epoxides that are better in heat and chemical resistance with excellent adhesion behavior, are used as matrix. Nanocellulose (NC), also called nanocrystalline cellulose (NCC), is a material composed of nanosized cellulose fibrils with a high aspect ratio (length to width ratio) and it can be used as natural fillers in the polymer nanocomposites. In this work, mechanical properties of carbon and glass fiber-reinforced epoxy composites were improved by addition of nanocrystalline cellulose as reinforcing material. The homogenous dispersion of NCC particles in the epoxy matrix provides to improve mechanical properties of both carbon and glass fiber reinforced composites.

MATERIALS AND METHODS

The aim of study is improving of mechanical properties of composite by enhancing strength of epoxy resin. The effect of NCC nanoparticles on mechanical properties of glass and carbon fiber reinforced epoxy composites are investigated. For this purpose, NCC reinforced epoxy nanocomposites are used as matrix and two dimension (0°-90°) woven glass and carbon fibers are used as reinforcing material. Firstly, NCC/epoxy nanoparticles were mixed by ultrasonication method with different ratios as %1, 2, 4 and 6 and cured at room temperature. Optimum feeding ratio of NCC was determined by result of mechanical analysis (ISO 527-2, ISO 178 and ISO 180 U). Afterwards, both glass fiber and carbon fiber reinforced composite plates

prepared by using vacuum bagging technique. Mechanical characterization of prepared composites was measured by in plane shear, three point bending and impact tests according to ISO 14129, ISO 14125 and ISO 1268. Results of these tests were compared with reinforced specimens and the effect of the presence of NCC on composite properties was discussed.

CONCLUSIONS

The content of 4% NCC was determined as the optimum feeding ratio for the epoxy matrix. Mechanical characterizations of glass fiber and carbon fiber reinforced NCC/epoxy (%4) composites were carried out. According to all mechanical test results, mechanical properties of NCC/epoxy/glass fiber composites were improved between 4.40 and 25.35% and properties of NCC/epoxy/carbon fiber composites were improved between 5, 84 and 20, 70 %. As a conclusion, the addition of NC nanoparticles in the epoxy matrix could significantly enhance the mechanical properties of both glass/epoxy and carbon/epoxy laminated composites.

KEYWORDS: polymer composites, nanofillers, epoxy resin, glass fiber, carbon fiber, nanocrystalline cellulose

ÖZET

AMAÇ

Yüksek performanslı kompozitlerde yükün elyaf boyunca taşınabilmesi için sürekli elyaflar tercih edilmektedir. En sık kullanılan elyaf çeşitleri ise cam elyaf ve karbon elyaftır. Matris malzemesi olarak ise epoksiler; kimyasallara karşı dirençleri, dayanıklılıkları, iyi termal ve yapışma özellikleri nedeniyle gelişmiş kompozitlerde genellikle tercih edilen ve her tür elyaf ile kullanılabilen bir termoset reçinedir. Ayrıca nanoselüloz yani nanokristal selüloz(NS/NKS) yenilenebilir kaynaklardan kolaylıkla elde edilmesinden dolayı takviyelendirici olarak polimer matrisine ilavesi son yıllarda birçok çalışmaya konu olmuştur. Bu çalışmada. nanokristal selüloz modifiyeli epoksi sisteminin matris olarak kullanıldığı sürekli (cam ve karbon elyaf) elyaf takviyeli hibrit kompozit malzemelerin mekanik, termal ve mikro-yapı özelliklerinin iyileştirilmesi ve çeşitli karakterizasyon yöntemleriyle doğrulanması incelenmiştir. Epoksi yapı içerisine düşük konsantrasyonlarda nanokristal selüloz dolguların homojen bir şekilde dağılımının sağlanması ile elyaf takviyeli kompozitlerin matrise bağlı özelliklerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmamızda, matris sistemi olarak NKS katkılı epoksi nanokompozit, takviye sistemi olarak iki eksenli (0°-90°) kıvrımsız cam elyaf ve karbon

elyaf kumaşları kullanılmıştır. NKS nanoparçacıklarının, cam elyaf ve karbon elyaf takviyeli epoksi matrisli kompozitlerin mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Burada amaç matris sistemi olan epoksi reçinenin dayanımını arttırması sağlayarak kompozit yapının mekanik özelliklerini iyileştirmektir. Öncelikle %1, 2, 4 ve 6 oranlarında NKS /epoksi nanokompozitleri ultrasonikasyon yöntemi ile hazırlanıp, bunların mekanik analizleri (ISO 527-2, ISO 178 ve ISO 180 U) sonucu optimum NKS besleme oranı bulunmuştur. Ardından hem cam elyaf hemde karbon elyaf takviyeli kompozit plakalar vakum torbalama yöntemi ile üretilmiştir. Hazırlanan kompozit malzemelerin mekanik karakterizasyonu; düzlem içi kayma, üç nokta eğme testleri ve darbe testleri (ISO 14129, ISO 14125 ve ISO 1268) ile ölçülmüştür. Sonuçlar; nanodolgunuz numunelerin sonuçları ile karşılaştırılmış ve NKS varlığının kompozit özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir.

DEĞERLENDİRME

Epoksi matris için %4 oranında NKS içeriğinin optimum besleme oranı olduğu tespit edilmiştir. Buna göre üretilen %4 NKS/epoksi matrisli cam ve karbon elyaf takviyeli tabakalı kompozit yapının mekanik karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Yapılan tüm mekanik testlerde NKS nanodolgunuz içeriğine sahip NKS/epoksi/cam elyaf kompozitlerin %4,40 ile %25,35 ve NKS/epoksi/karbon elyaf kompozitlerinin %5,84 ile 20,70 arası değişen oranlarda mekanik özelliklerinde iyileşmeler tespit edilmiştir. Sonuç olarak, cam/epoksi ve karbon/epoksi tabakalı kompozit malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan NS nanodolgunuzunun elyaf-matris hemen uyumluk hemde darbe dayanım arttırdığı görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELE: polimer kompozitler, nanodolgunuzlar, epoksi reçine, cam elyaf, karbon elyaf, nanokristal selüloz

OPTIMIZATION OF PRODUCTION CONDITIONS OF THIN-WALLED PLASTIC PARTS PRODUCED FOR AUTOMOTIVE INDUSTRY BY INJECTION MOLDING METHOD

ENJEKSIYON KALIPLAMA YÖNTEMIYİLE OTOMOTİV ENDÜSTRİSİ İÇİN ÜRETİLEN İNCE CİDARLI PLASTİK PARÇALARIN ÜRETİM ŞARTLARININ OPTİMİZASYONU

Prof. Dr. Mustafa ÖKSÜZ, Nedime ÖZDEMİR

Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Polimer Mühendisliği Bölümü,
Şehit Ömer Faydalı Cad. No:254 Çınarcık Yolu 2.Km, Merkez/Yalova,
Türkiye, muoksuz@gmail.com,

Fompak Automotive Plastics and Interiors, Köknar cad. No: 36-38
Nosab/Bursa, Türkiye nozdemir@fompak.com.tr

ABSTRACT

Aim

Plastics industry is one among the fast growing industries in recent few decades. Use of high strength, complex geometry, more thin-wall and less weight parts is gradually increased in industry application. Lightening is one of main goals of automotive industry for carbon emission and health of environment. In the automotive industry, many metal parts are replaced by plastics or fiber-reinforced composites. It is tried to provide the same strength while lightening is increased with the use of plastic parts. For this reason, many engineering plastics, high performance plastics and fiber reinforced composites are improved. In addition to all of these, thin-walled production and uses of these parts are increased gradually in automotive industry. In this regard, it is aimed to examine the production processes for thin-walled parts, to make improvements and to obtain optimum results. Some problems are encountered in the production of thin walled parts. These problems arise from the exposure of the material to excessive friction because of the reduced flow depth as the flow will be more difficult. Thus, more pressure will be needed along with a larger machine for filling the mold cavity. Parts will be produced with flash in order to make sure that they are completely filled. Furthermore, greater the flow length in the part (the way the material must flow), production of the it becomes more difficult.

Material and Method

Within the scope of this thesis, it is aimed to analyze the flow length in test runs using a spiral test mold and to make mold flow simulation analyzes and comparisons. As a result of the obtained data, injection molding tonnage estimation tables will be tried to be determined depending on the flow distance, and coefficients will be defined for unknown situations by means of tables. As a result, the number of gateways and their locations can be specified without performing simulation analysis.

Discussion and Recommendations

According to observed datas, If the flow length of material is increased in mold, the pressure is increased at injection point. So it is required higher clamping force machine. And also , machine can't be enough for filling mold cavity. It can be exceed maximum machine pressure. Short shot can occur on part. And there is also that , when the mold cavity is filled, maximum machine pressure can be enough but, machine clamping force can't be enough , therefore flash is occurred on part. For this situation , it is required machine that is higher clamping force.

Keywords: flow length, injection molding, moldflow, plastic, spiral mold

ÖZET

Amaç

Plastik endüstrisi her geçen gün büyümektedir. Endüstriyel uygulamalarda yüksek mukavemetli, kompleks geometrili, ince cidarlı ve hafif malzemelerin kullanımı artmaktadır. Karbon emisyonu ve çevre kirliliğini en aza indirmek için otomotiv endüstrisi hedefleri arasında araçların hafiflemesi önemlidir. Bu yüzden otomotiv endüstrisinde birçok metal parçanın yerini plastik ve fiber takviyeli malzemeler almaktadır. Plastik parçanın kullanımında parça hafiflerken mukavemeti kaybetmemesi beklenmektedir. Bu yüzden mühendislik plastikleri, yüksek performanslı plastikler ve fiber takviyeli kompozitler geliştirilmektedir. Ayrıca otomotiv endüstrisinde ince cidarlı parçaların üretimi ve kullanımı artmaktadır. Bu bağlamda, ince cidarlı parçaların üretiminde karşılaşılan problemlerin irdelenmesi ve optimum değerlerin elde edilmesi amaçlanmaktadır. Bu problemler, ince cidarlı parçalarda akış derinliğinin düşük olması sebebiyle malzemenin sürtünmeye maruz kalması ve akışın zorlanmasıdır. Bunun sonucunda akış için daha yüksek basınç ihtiyacı doğması ve ya makine kapasitesinin yeterli gelmemesi daha büyük makine gerektirmesi ya da ince cidarlı parçaların üretimini zorlaştırmaktadır. Basıncın yeterli gelip tam olarak dolumun

gerçekleştikten emin olunması amacıyla çapaklı parça üretimi yapılmak zorunda kalmaktadır. Buna ek olarak parça da akış mesafesinin artması , üretimi zorlastırmaktadır.

Materyal - Yöntem

Tezin kapsamı dahilinde, akış mesafesinin spiral test kalıbı kullanılarak deneme çalışmaları yapılması ve moldflow analizi ile desteklenerek sonuçların karşılaştırılması yapılacaktır. Elde edilen veriler sonucunda, akış mesafesine ve bilinmeyen durumlar için belirlenen katsayılara bağlı olarak enjeksiyon kalıplama tonajı belirleme tabloları oluşturulmaya çalışılacaktır. Sonuç olarak, simulasyon analizine ihtiyaç duyulmadan giriş sayısı ve lokasyonları belirlenmeye çalışılacaktır.

Ön Değerlendirmeler

Elde edilen verilere göre, Eğer kalıpta malzemenin akış mesafesi artıyorsa, enjeksiyon noktasındaki basınç artmaktadır. Böylece daha büyük kilitleme kuvvetine sahip makine ihtiyacı oluşmaktadır. Ayrıca, kalıp boşluğunun dolumu için makine yetersiz gelmektedir. Gerekli olan makine basıncını aşacaktır. Bunun sonucunda parçada eksik baskı problemi ile karşılaşacaktır. Ya da kilitleme kuvveti gerekli olan makine kuvvetini karşılayamaz ise makinede çapaklı üretim olacaktır. Bu gibi durumlar için daha büyük makine ihtiyacı doğacaktır. Elde edilen tablolar ve katsayılar ışığında ince cidarlı parçalarda çapak ya da eksik baskı problemlerinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: akış mesafesi, enjeksiyon kalıplama, moldflow, plastik, spiral kalıp

OTOMOTİV UYGULAMALARINA YÖNELİK GELİŞTİRİLEN POLİPROPİLEN TEMELLİ KOMPOZİTLERDE YÜZEY DEFORMASYON KARAKTERİZASYONU/

SURFACE DEFORMATION CHARACTERISTICS IN POLYPROPYLENE BASED COMPOSITES DEVELOPED FOR AUTOMOTIVE APPLICATIONS

Neslihan ERGÜN¹, Hüseyin YILDIRIM², Mustafa ÖKSÜZ³

*Yalova University, Institute of Science and Technology, Department of
Polymer Engineering, Yalova / Turkey*

neslihan.ergun84@gmail.com

ABSTRACT

Polymer and composite materials are increasingly used in automotive, white goods, packaging, agriculture, construction, household goods and so on. Sectors. Polymers are used intensively for automotive industry especially for being light and cheap compared to metals, easy processing, increasing mechanical and thermal properties with different additives and filling materials. When the automotive industry is examined in general, it is seen that the use of polymers and composites increases rapidly and the most used polymer materials are polypropylene (PP) and polypropylene prepared mixtures (compounds). In almost all parts of modern automotive, surface aesthetics gain importance from day to day. PP 'composites; They are widely used because they are cheap, light and easy to process, recyclable and reusable, as well as tribological properties reinforced with fillers and additives, due to their functional properties in the production of automotive interior and exterior parts. Scratch formation on the surface leads to deformation and limits the service life of the parts. In order to improve the service life of auto parts, improve surface quality (reduce scratch deformation), additives and fillers are added to polypropylene materials in different proportions. Science and technology of scratched, interacting surfaces in relative motion are defined as part of tribology. Associated with the definition of the drawing are expressions of friction and hardness often used. Scratch deformation of polymers is a deformation caused by a complex mechanical process. A scratched, complex mechanical process that causes superficial deformation in polymers. Due to the nonlinear material characterization and the complex scraping mechanism, it becomes extremely difficult to obtain basic information about the scraping behavior of the polymer. Generally, there are two basic types of damage found in polymers. These; Is defined as soft damage (ironing) and brittle damage (cracks and

cracks) and varies depending on material characteristics and applied stress condition and size. The role of surface friction in polymer scraping resistance has been extensively investigated by investigating the effect of surface friction in polymer scraping behavior and deformation in various studies conducted in the past. As a result of the investigations, a deformation and a polymer scratch damage map were created.

Objective: The aim of this research is to investigate the scratch formation of the composites as tribological features in four different compositions strengthened from the physical and mechanical directions with the fillers and additives developed as **polypropylene used as the main matrix**.

Material and Methods: The tribological features of the composites were scratch formation with scratched tester and scanning electron microscope (SEM) and scratch formation in PP composites was determined.

Preliminary evaluation: As a result of the SEM examinations, composites using polypropylene copolymer as main matrix in polypropylene composites were observed to be in the early stages of scratch formation compared to composites using polypropylene homopolymer.

Key words: Automotive, Surface Deformation, Polypropylene Composites.

ÖZET

Polimer ve kompozit malzemeler günümüzde artan bir oranla otomotiv, beyaz eşya, ambalaj, tarım, inşaat, ev eşyası vb. sektörlerde kullanılmaktadır. Polimerler, özellikle otomotiv endüstrisinde metallere göre hafif ve ucuz olmaları, kolay işlenebilmeleri, farklı katkı ve dolgu malzemeleriyle mekanik, termal vb özelliklerinin artırılabilmesi gibi amaçlarla yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Genel olarak otomotiv endüstrisi incelendiğinde polimer ve kompozit malzeme kullanımının hızlı bir şekilde arttığı ve en çok kullanılan polimer malzeme türünün polipropilen(PP) ve polipropilenden hazırlanan karışımlar (kompaundlar) olduğu görülmektedir. Modern otomotivin hemen hemen tüm parçalarında yüzey estetiği günden güne önem kazanmaktadır. PP 'den yapılan kompozitler; ucuz olmaları, hafif ve kolay işlenebilmeleri, geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilirliklerinin yanı sıra dolgu ve katkılarla güçlendirilmiş tribolojik özellikleri bakımından da otomotivde iç ve dış aksamların üretiminde fonksiyonel özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır. Yüzeyde çizik oluşumu deformasyona yol açmakta ve parçaların kullanım ömrünü sınırlamaktadır. Oto parçaların kullanım ömrünü arttırmak, yüzey kalitesini iyileştirmek(çizik deformasyonu azaltarak) amacıyla polipropilen malzemelere farklı oranlarda katkı ve dolgu maddeleri

katılmaktadır. Çizik, bağlı harekette etkileşim yüzeylerin bilim ve teknolojisi tribolojinin bir parçası olarak tanımlanır. Çizik tanımlanarak bağlantılı olarak sürtünme ve sertlik ifadeleri sıklıkla kullanılmaktadır. Polimerlerin çizilme deformasyonu, kompleks mekanik bir prosesin etkisiyle oluşan bir deformasyondur. Polimerlerde yüzeysel deformasyonuna sebep olan çizik, kompleks bir mekanik prosesdir. Lineer olmayan malzeme karakteristiği ve kompleks çizilme mekanizması nedeniyle, polimerin çizilme davranışı hakkında temel bilgi edinmek, son derece zor hale gelmektedir. Genel olarak polimerlerde bulunan hasarın iki temel türü vardır. Bunlar; yumuşak hasar (ütüleme) ve kırılabilir hasar (çatlak ve çatlaksız) olarak tanımlanmakta ve malzeme karakteristiklerine ve uygulanan stres durumu ve büyüklüğüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Geçmişten günümüze yapılan çeşitli çalışmalarda polimer çizilme davranışı ve deformasyonunda, yüzey sürtünmesinin etkisi araştırılıp, yüzey sürtünmesinin polimer çizilme direncinde ki katkılarının rolü derinlemesine incelenmiştir. Yapılan araştırmalar neticesinde, bir deformasyon ve polimer çizik hasar haritası oluşturulmuştur.

Amaç: Bu araştırmanın temelini ana matris olarak kullanılan polipropilenden geliştirilen dolgu ve katkılarla fiziksel ve mekaniksel yönden güçlendirilmiş dört farklı bileşimde, kompozitin tribolojik özellik olarak çizik oluşumlarının incelenmesidir.

Materyal ve Yöntem: Kompozitin tribolojik özellik olarak çizik oluşumları çizik test cihazı ve taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile gerçekleştirilmiş ve PP kompozitlerde ki çizik oluşumları tespit edilmiştir.

Ön değerlendirme: SEM incelemeleri sonucunda polipropilen kompozitlerde ana matris olarak polipropilen kopolimer kullanılan kompozitlerin polipropilen homopolimer kullanılan kompozitlere göre çizik oluşumlarının ilk safhalarında kaldığı gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Otomotiv, Yüzey Deformasyonu, Polipropilen Kompozitler.

INVESTIGATION THERMAL DECOMPOSITION KINETICS OF ULEXITE/POLYPROPYLENE COMPOSITES: ACTIVATION ENERGIES WITH THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS

ÜLEKSİT/POLİPROPİLEN KOMPOZİTLERİN TERMAL DEKOMPOZİSYON KİNETİĞİ VE TUTUŞABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ: TERMOGROVİMETRİK ANALİZ İLE AKTİVASYON ENERJİSİNİN HESAPLANMASI

Nilay Kucukdogan^a, Levent Aydin^b, Mucahit Sutcu^{c,*}

^aThe Graduate School of Natural and Applied Sciences, Izmir Katip
Celebi University, 35620, Izmir, kucukdogan.nilay@gmail.com

^bFaculty of Engineering and Architecture, Department of Mechanical
Engineering, Izmir Katip Celebi University, 35620, Izmir,
leventaydinn@gmail.com

^{c,*} Faculty of Engineering and Architecture, Department of Material
Science and Engineering, Izmir Katip Celebi University, 35620, Izmir,
mucahitsutcu@gmail.com

Purpose

Boron compounds (such as ulexite, tincal and colemanite) are of interest variety application areas in glass, ceramic, polymer composite and chemical industries. They are also used to improve the flame retardancy properties of polymer composites. Ulexite mineral ($\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$) is the foremost calcium and boron containing commercial boron mineral with 8 mol crystal water. Due to the low thermal expansion properties of colomanite, it reduces flammability during melting and also reduces contact with oxygen on combustion surfaces. The aims of this study to examine the properties of polypropylene (PP) composites filled with ulexite to investigate of their thermal degradation behaviors and to gain the economic value of ulexite.

Material-method

Polypropylene, as the matrix materials, is supplied by PETKIM Petroleum Industry (Izmir, Turkey) in granule form with a melt flow

index 4.5 g/10 min, melting point 163 °C and density 0.905 g/cm³ (at 23 °C). Pure Ulexite, as the filler materials, has under 45µm particle size and supplied by Eti Mines Inc's located in West Anatolia Region of Turkey. The preparation of composite samples have been conducted with a high-speed thermo-kinetic mixer and molding process. PP matrix compounds are prepared with 0-30 wt % ulexite fillers and no coupling agent or additives were used in these products. The thermal characterization and kinetic analysis of decomposition process of ulexite/polypropylene composites were investigated by using thermo gravimetric data.

Preliminary evaluations

In this study, Kissinger and Horowitz-Metzger methods were applied for thermal decomposition kinetic analysis of composites. The activation energy, 'A' pre-exponential factor and correlation coefficients were also found for the decomposition regions of them. It observed that the addition of ulexite has effectively changed the thermal degradation behavior of composites in comparison to the results of neat polypropylene.

Keywords: ulexite, polypropylene, thermal degradation behavior, activation energy, correlation coefficients

Amaç

Bor bileşiklerinin (örneğin, üleksit, tinkal ve kolemanit) cam, seramik, polimer kompozit ve kimya endüstrilerinde ilgi uyandıran uygulama alanları vardır. Ayrıca, bor bileşikleri polimer kompozitlerin alev geciktiricilik özelliklerini geliştirmek için de kullanılmaktadır. Üleksit minerali (NaCaB₅O₉ .8H₂O) 8 mol kristal su içeren en önemli kalsiyum ve bor içeren ticari borat mineralidir. Üleksit düşük termal genleşme özelliği sayesinde erime sırasında tutuşa bilirliği azaltmaktadır ve yanma yüzeylerinde oksijenle teması azaltmaktadır. Bu çalışmanın amacı üleksit ile katkılanmış polipropilen (PP) kompozitlerin termal bozunma davranışlarının incelenmesi ve üleksite ekonomik değer kazandırmaktır.

Malzeme-metot

Matris malzemesi erime akış indeksi 4,5 g / 10 dk, erime sıcaklığı 163 °C ve yoğunluğu 0.905 g / cm³ (23 °C'de) olan granül formundaki polipropilen PETKIM Petrol Endüstrisinden (İzmir, Türkiye) tedarik edilmiştir. Dolgu malzemesi olan saf üleksit 45µm parçacık boyutuna sahiptir ve Türkiye'nin Batı Anadolu Bölgesi'nde bulunan Eti Maden İşletmelerinden tedarik edilmiştir. Kompozit numunelerin üretimi yüksek hızlı termo-kinetik karıştırıcı ve kalıplama işlemi ile gerçekleştirilmiştir. PP matris bileşikleri ağırlıkça % 0-30 üleksit dolgu maddesi ile hazırlanmıştır ve bu üretimlerde bağlayıcı ajan ve katkı maddeleri kullanılmamıştır. Bu çalışmada, üleksit / polipropilen kompozitlerinin termal karakterizasyon ve kinetik analiz ayrışma süreci termo gravimetrik veriler kullanılarak araştırılmıştır. Üleksit / polipropilen kompozitlerinin ayrışma sürecinin termal karakterizasyonu ve kinetik analizi termo gravimetrik veriler kullanılarak araştırılmıştır.

Ön değerlendirmeler

Bu çalışmada, kompozitlerin termal dekompozisyon kinetik analizi için Kissinger ve Horowitz-Metzger yöntemleri uygulanmıştır. Kompozitlerin ayrışma bölgeleri için aktivasyon enerjileri, 'A' ön-üstel faktör ve korelasyon katsayıları bulunmuştur. Saf polipropilenin sonuçlarıyla kıyaslandığında üleksit ilavesinin kompozitlerin termal bozunma davranışını önemli bir şekilde değiştirdiğini gözlemlenmiştir.

Anahtar kelimeler: üleksit, polipropilen, termal degradasyon davranışı, aktivasyon enerjisi, korelasyon katsayıları

PLA/PBAT/OCTAISOBTYL-POSS TERNARY BLENDS: “EFFECT OF OCTAISOBTYL-POSS LOADING RATIO ON THE MORPHOLOGICAL, MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES”

PLA/PBAT/OKTAİZOBÜTİL-POSS ÜÇLÜ KARIŞIMLARI : “OKTAİZOBÜTİL-POSS YÜKLEME ORANININ MORFOLOJİK, MEKANİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ”

Nilay TUCCAR KILIC, Buse Nur CAN, Mehmet KODAL, Guralp OZKOC

Kocaeli University, Department of Chemical Eng., 41380, İzmit/ Kocaeli

nilaytuccarkilic@gmail.com, busenurcan@gmail.com,
mehmet.kodal@kocaeli.edu.tr, guralp.ozkoc@kocaeli.edu.tr

ABSTRACT

Aim

After the usage of plastic based materials, wastes are extinguished by incineration process. Greenhouse gases that occur after incineration negatively affects global warming. For this reason, there has been great attention about usage of biodegradable polymers. Poly(lactic acid) (PLA), is one of the featured biodegradable polymers, which has high tensile strength and elastic modulus. On the other hand, PLA has low impact strength and its brittleness restricts its application. In order to improve the properties of PLA blending with a tough and a flexible polymer is a practical and economical method. For this purpose, poly(butylene adipate-co-terephthalate) (PBAT), is one of the biodegradable polymers can be used to toughen the PLA. Polymer blends show generally immiscible and partially-miscible behaviour as in PLA/PBAT blends. Nano-filler addition to the polymer matrices is an efficient way to improve the properties by enhancing compatibility. Polyhedral oligomeric silsesquioxanes (POSS) are alternative nano-fillers to conventional fillers because of having relatively lower price and flexible chemical, physical properties. Moreover, POSSs improve the properties both polymer and polymer blends.

In this study, the effect of OPOSS loading ratio on the PLA/PBAT/OPOSS ternary blends were investigated in terms of morphological, mechanical and rheological properties for the first time in the literature.

Materials and Method

PLA was supplied from NaturePlast, France, PBAT was supplied from SaSa Polyester, Turkey and OPOSS was purchased from HybridPlastics, USA. Blends were prepared in a Xplore microcompounder in Argon atmosphere at 190 °C , with 100 rpm rotor speed and 3 min retention time. Standard test bars were obtained via XPlore microinjection moulding machine. Morphological results were determined from a scanning electron microscopy (SEM), mechanical properties were determined by means of tensile and impact tests and rheological analysis were examined by an oscillatory rheometer.

Discussion and Recommendations

According to SEM results, dispersed phase particle size slightly decreased in higher OPOSS ratios in PLA/PBAT/OPOSS blends. Tensile strength was not affected by OPOSS loading ratio while elongation at break and impact strength were increased. Therefore, toughness was improved with higher content of OPOSS. Rheological results revealed that in the presence of OPOSS, the physical/chemical interactions were enhanced between PLA and PBAT components. As a result, high OPOSS loading ratios enhanced the properties of PLA/PBAT/OPOSS ternary blends.

Keywords: Poly (lactic acid), poly(butylene adipate-co-terephthalate), POSS

Acknowledgement: This study is granted by TUBITAK with a project number of 115M576.

ÖZET

Amaç

Plastik temelli malzemelerin kullanımı sonrasında oluşan atıklar genellikle yakılarak bertaraf edilmektedir. Yakma işlemi sonucunda oluşan sera gazlarının küresel ısınmayı olumsuz bir şekilde etkilemesi ise biyobozunur polimerlere olan ilgiyi oldukça arttırmıştır. Biyobozunur polimerler içerisinde yüksek çekme dayanımı ve elastisite modülüne sahip poli(laktik asit) (PLA) öne çıkan polimerlerden biridir fakat PLA' nın darbe dayanımı oldukça düşüktür ve PLA kırılğan bir yapıya sahiptir. PLA' nın özelliklerini iyileştirmek amacı ile daha esnek ve tok bir polimer ile karışım hazırlamak en etkili yollardan biridir. Bu amaçla kullanılabilecek biyobozunur polimerlerden biri poli(bütilen adipat-ko-tereftalat) (PBAT)' dır. Polimer karışımları çoğunlukla karışamaz veya kısmen karışabilir karakterdedir. PLA/PBAT karışımları karışamaz niteliktedir bu sebeple özelliklerinin iyileştirilmesi gerekmektedir. Özelliklerin iyileştirilmesi amacı ile nanokatki

ilavesi hem ekonomik hem de pratik yollardan biridir. Geleneksel nano katkı maddelerine alternatif olarak, görece daha düşük fiyatları ve esnek kimyasal ve fiziksel özellikleri nedeni ile poli(hedraloligomerik silseskuoksan) (POSS) ilave edildiği polimerin/polimer karışımlarının özelliklerini geliştirmektedir ve bu nedenle son yıllarda oldukça önem kazanmıştır. Bu çalışmada, PLA/PBAT/Oktaizobütil-POSS (OPOSS) üçlü karışımlarında OPOSS yükleme oranının etkisinin morfolojik, mekanik, reolojik özelliklere etkileri incelenmiştir.

Materyal ve Metot

PLA, NaturePlast , Fransa, PBAT, SaSa Polyester A.Ş., Türkiye,' den temin edilmiş olup OPOSS, Hybrid Plastics, ABD' den satın alınmıştır. Eriyik harmanlar Xplore marka mikroharmancıda 190°C, 100 rpm koşulları altında elde edilmiş olup alıkonma süresi 3 dakikadır. Ayrıca harmanların hazırlanması esnasında termo-oksidatif bozunmayı engellemek amacı ile sürekli bir şekilde sisteme Argon gazı beslenmiştir. Standart test örnekleri ise Xplore marka mikroenjeksiyon kalıplama cihazı ile elde edilmiştir. Morfoloji analizleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile, mekanik özellikler çekme ve darbe testleri ile ve reoloji analizleri ise reometre ile gerçekleştirilmiştir.

Tartışma ve Öneriler

SEM sonuçlarına göre PLA/PBAT/OPOSS karışımlarında OPOSS yükleme oranının artışı ile dağılan faz parçacık boyutunda kısmi bir azalma gözlemiştir. Çekme dayanımı OPOSS yükleme oranının artışı ile net bir şekilde değişim göstermez iken kopmada uzama ve darbe dayanımı artış göstermiştir. Dolayısı ile OPOSS yükleme oranının artışı karışımların tokluğunda artışa neden olmuştur. Reolojik analizler neticesinde OPOSS miktarının fazla olması ile PLA ile PBAT bileşenleri arasındaki fiziksel/kimyasal etkileşimlerin arttığı gözlenmiştir. Dolayısı ile OPOSS yükleme oranının artışının PLA/PBAT/OPOSS karışımlarının özelliklerini iyileştirdiği sonucuna varılabilir.

Anahtar Kelimeler: poli(laktik asit), poli(bütlenadipat-ko-terafталat), POSS

Teşekkür: Bu çalışma 115M576 proje numarası ile TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir.

EFFECTS OF NONAROMATIC OIL AS A FILLER ON TO MECHANICAL AND RHEOLOGICAL PROPERTIES OF THREE DIFFERENT TIRE-TREAD RECIPES

ÜÇ FARKLI LASTİK SIRTLI REÇETENİN MEKANİK VE REOLOJİK ÖZELLİKLERİNE DOLGU OLARAK KULLANILAN AROMATİK OLMAYAN YAĞIN ETKİLERİ

Nusret KAYA^{a,b}, Şerafettin DEMİÇ^c

^(a) Izmir Katip Celebi University, Department of Science Institute,
Izmir/Cigli 35620, Turkey

^(b) Ege University, Department of Science Institute, Izmir/Bornova 35100,
Turkey

^(c) Izmir Katip Celebi University, Department of Material Science and
Engineering, Izmir/Cigli 35620, Turkey

ABSTRACT

In the tire industry, petrol and natural based oils are used as a filler and process aids components for different types of tire parts compound recipes. Petrol based oils have polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) contents which is a carcinogenic and contaminating chemicals for human being. With some kinds distillation methods, these PAH groups are extracted and nonaromatic different types of oils are obtained. In this study, three tire-tread compound recipes were prepared with aromatic oil and nonaromatic oil with 1.2 lt. laboratory type banbury mixer to investigate the effects of PAH's on the compounds. The rheological behaviors of the compounds were analyzed according to ASTM D5289 by the moving disk rheometer (MDR). Viscosities of the compounds were measured by the Mooney disk viscometer (MDV) according to ASTM D1646. Mechanical properties of the compounds were tested with universal mechanical test machine as it was in ASTM D412. Tan δ of the compounds reduced. While t₅ and t₃₅ scorch times of the compounds increased, viscosity decreased. Elastic moduli of the nonaromatic oily compounds nearly decreased to 10% and elongation of the compounds increased up to 20%. It may be concluded that nonaromatic oil usage might not be appropriate enough for recipes prepared with aromatic oil.

Key words: PAH, tire, rheology, nonaromatic oil, compound.

ÖZET

Lastik endüstrisinde, petrol ve doğal bazlı yağlar, dolgu maddesi ve proses kolaylaştırıcı olarak farklı lastik parçalarının bileşen reçetelerinde kullanılır. Petrol bazlı yağlar, insan için kanserojen ve kirlilik yaratan kimyasallardan olan çoklu aromatik hidrokarbon (PAH) grupları içeriğine sahiptir. Bazı distilasyon yöntemleri ile bu PAH grupları uzaklaştırılır ve aromatik olmayan yağlar elde edilir. Bu çalışmada, PAH'ın bileşik üzerindeki etkilerini araştırmak için laboratuvar tipi 1.2 lt karıştırıcı ile aromatik yağ ve aromatik olmayan yağlı üç lastik sırtı karışım reçetesi hazırlandı. Bileşiklerin reolojik davranışları ASTM D5289'a göre hareketli disk reometresi (MDR) ile analiz edildi. Bileşiklerin viskoziteleri ASTM D1646'ya göre Mooney disk viskozimetresi (MDV) ile ölçülmüştür. Bileşiklerin mekanik özellikleri ASTM D412'de olduğu gibi evrensel mekanik test makinesiyle test edildi. Bileşiklerin Tan δ 'sı azaldı. Bileşiklerin t5 ve t35 çapraz bağ oluşturma süreleri artarken, viskozite azaldı. Aromatik olmayan yağlı bileşiklerin elastik modülleri % 10 düşerken, bileşiklerin uzaması% 20 artmıştır. Aromatik yağ ile hazırlanan reçeteler için, aromatik olmayan yağ kullanımının uygun olmayabileceği sonucuna varılabilir.

Anahtar kelimeler: PAH, Lastik, reoloji, Aromatik olmayan yağ, karışım.

**INVESTIGATION OF THERMAL CONDUCTIVITY AND
MECHANICAL PROPERTIES OF THREE DIFFERENT
PARTICLES SIZED 50% SILICON CARBIDE (SiC) LOADED
POLYPROPYLENE (PP) MATRIX BASED COMPOSITES**

**ÜÇ FARKLI PARÇACIK BOYUTUNDAKİ % 50 SİLİSYUM
KARBÜR (SiC) YÜKLÜ POLİPROPİLEN (PP) MATRİS ESASLI
KOMPOZİTLERİN TERMAL İLETKENLİK VE MEKANİK
ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

Nusret KAYA^{a,b}, Orhan AKYÜZ^a, Mustafa CAN^d, Şerafettin DEMİÇ^c

^(a) Izmir Katip Celebi University, Department of Science Institute,
Izmir/Cigli 35620, Turkey

^(b) Ege University, Department of Science Institute, Izmir/Bornova 35100,
Turkey

^(c) Izmir Katip Celebi University, Department of Material Science and
Engineering, Izmir/Cigli 35620, Turkey

^(d) Izmir Katip Celebi University, Department of Science of Engineering,
Izmir/Cigli 35620, Turkey

ABSTRACT

Thermal conductivity of materials are essential for cooling of microprocessors and battery systems of small electronic devices at electronic industry. Electrically insulating and cooling of electronic devices are an important for working of electronic system's properly. Polypropylene (PP) is electrically and thermally insulating material. SiC has high thermal conductive but low electrical conductive ceramic based material. These two material composites are used as thermal conductive and electrically insulating material. In this study, thermal conductivity and mechanical properties of three different particle sized of SiC's PP composites were investigated. For all the samples 50% (w%) of SiC was added to PP matrix. All composites were mixed in the high speed thermos-kinetic mixer. Thermal conductivity of composites was measured by C-Therm thermal conductivity measurement system. Mechanic analysis was tested with Shimadzu AGX-5KN universal test machine. According to the results, mechanical properties of composites increased as SiC particles size reduced. Thermal conductivity of composites increased with SiC particle size decrease.

Key words: Thermal conductivity, composite, polypropylene (PP), Silicon carbide (SiC).

ÖZET

Malzemelerin ısı iletkenliği, elektronik endüstrideki küçük elektronik cihazların, mikroişlemcilerinin ve pil sistemlerinin soğutulması için önemlidir. Elektronik cihazların elektriksel olarak yalıtkanlığı ve soğutulması, elektronik sistemin düzgün çalışması için gereklidir. Polipropilen (PP), elektriksel ve ısı yalıtım malzemesidir. SiC, yüksek termal iletkenliğe sahip, ancak düşük elektrik iletken seramik esaslı bir malzemedir. Bu iki malzemenin kompozitleri ısı iletken ve elektriksel yalıtkan malzeme olarak kullanılabilirler. Bu çalışmada, SiC PP kompozitlerinin üç farklı parçacık boyutundaki SiC için termal iletkenlik ve mekanik özellikler araştırılmıştır. Tüm numuneler PP matrisine ağırlıkça %50(%w)SiC eklenmiştir. Tüm kompozitler yüksek hızlı termo-kinetik karıştırıcıda karıştırıldı. Kompozitlerin ısı iletkenliği C-Therm termal iletkenlik ölçüm sistemi ile ölçülmüştür. Mekanik analiz, Shimadzu AGX-5KN üniversal test makinesi ile test edilmiştir. Sonuçlara göre, kompozitlerin mekanik özellikleri, SiC parçacık boyutu azaltıldığında artmıştır. Kompozitlerin termal iletkenliği SiC parçacık boyutu düştükçe artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isı iletkenlik, kompozit, polypropilen (PP), silisyum karbür (SiC).

PROGRESSIVE DAMAGE MODELLING OF BOLTED JOINTS IN NON-CRIMP FABRIC (NCF) COMPOSITE PLATES

KIVRIMSIZ ELYAF TAKVİYELİ KOMPOZİT PLAKALARDA CIVATA BAĞLANTILARININ KADEMELİ HASAR MODELLEMESİ

*Oğuzcan İnal**, *Fatih Balıkoğlu* and *Akın Atas*

Mechanical Engineering Department, Balıkesir University, Balıkesir, Turkey

*inal@balikesir.edu.tr

Introduction

The structural parts in practical engineering solutions were changed from metals/alloys to composites in the recent years. Especially in aerospace applications composites were took place due to high specific strength and stiffness. Many polymer matrix composite material systems were developed according to the needs of the application areas. The material technologies such as woven fabrics, pre-impregnated tapes, non-crimp fabrics (NCF) were investigated by numerous of researchers. The micro/macro structure of these material systems, the failure modes and the joint configurations of prepregs and woven fabrics were widely inspected. But the mechanical joints of the NCF composites were not truly examined. This work was focused on numerically examination of the bolted joint strength of the composite plates having six different stacking sequences (see Table 1) produced with the glass NCF/epoxy.

Table 1. Bearing test results and failure modes (B: bearing, S: shear-out)[1]

Stacking sequence	$[90^\circ/0^\circ]_s$	$[90^\circ_2/0^\circ_2]_s$	$[90^\circ/0^\circ]_{2s}$	$[+45^\circ/0^\circ/-45^\circ/90^\circ]_s$	$[90^\circ/+45^\circ/-45^\circ/0^\circ]_s$	$[0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ]_s$
Laminate code	C-1	C-2	C-3	Q-1	Q-2	Q-3
Failure mode	B+S	B+S	B+S	B	B	B
Failure load	2887 N	6231 N	6523 N	6091 N	7319 N	6926 N
Bearing strength	343 MPa	415 MPa	434 MPa	406 MPa	487 MPa	461 MPa

Finite Element Modelling

The finite element model of the bolted joint specimens was modelled with the Ansys R14.5 [2] finite element software. Element size near the hole periphery has the aspect ratio of 1. Equivalent linear elastic orthotropic material properties [1] were assigned to the each layer of the FE model with the pre-determined fibre orientations. The bolt/washer assembly were

modelled as steel deformable bodies with material properties of $E=210$ GPa and $\nu=0.3$. All contact surfaces have friction coefficient of 0.2 [3].

A multi-step solution was performed to apply the clamping torque and the incremental loading subsequently. The outer faces of the bolt/washer assembly were fixed and the incremental loading was applied on the edge of the model.

Progressive Damage Modelling (PDM)

In the development of the PDM, C-3 layup was chosen as reference layup due to containing all observed damaged modes. The maximum stress criterion was selected for the progressive damage initiation and the degradation factors of Camanho & Matthews [4].

The PDM results are compared with the experimental results in the Fig. 1a. The PDM was successfully correlated with the experimental results. Also the damage modes were successfully predicted as shown in Fig.1b-c. The yellow circle represents the area where the bundle separation was initiated first.

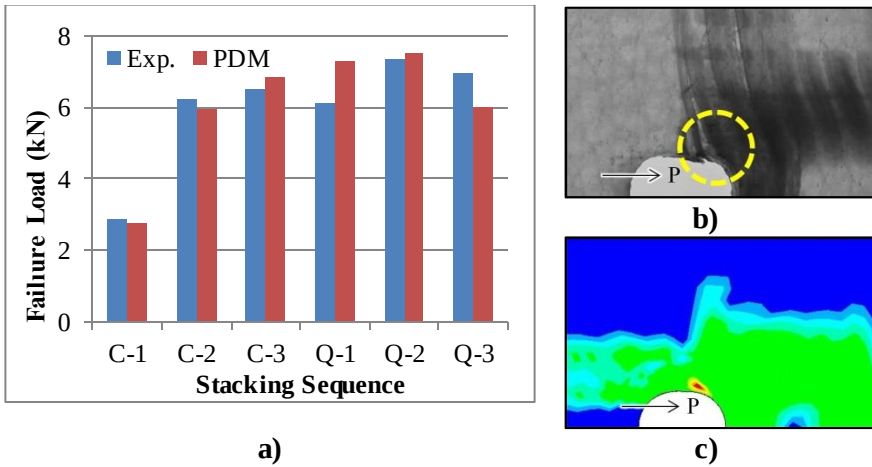


Fig. 1. a) The comparison of the PDM results and experimental results. The damage patterns b) An image of a C-3 specimen, c) Damaged areas captured by the PDM.

Conclusions

The PDM was developed for the current material system and results were in a good correlation with the experimental results. The damage modes were also predicted by the PDM successfully.

Giriş

Pratik mühendislik çözümlerinde yapısal elemanların malzemeleri zaman içerisinde metalden kompozite doğru kaymaktadır. Özellikle uzay-havacılık uygulamalarında kompozitler yüksek özgül mukavemetleri ve rijitlikleri nedeniyle tercih edilmektedir. Uygulama alanlarındaki ihtiyaçlar doğrultusunda birçok polimer matrisli kompozit malzeme sistemi geliştirilmiştir. Dokuma kumaşlar, prepregler, kıvrımsız elyaflar (KE) çok sayıda araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu malzemelerin mikro/makro yapıları, hasar mekanizmaları, bağlantı konfigürasyonları araştırılmıştır. Fakat KE takviyeli Kompozitlerin mekanik bağlantı davranışları hakkında detaylı bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışma, Tablo 1’de mukavemet değerleri ve hasar modları verilen altı farklı çapraz-katlı ve yarı-izotropik plakanın nümerik olarak incelenmesine odaklanmıştır.

Tablo 1. Deney sonuçları ve hasar modları (B: yataklama, S: kayma)[1]

Elyaf sıralaması	$[90^\circ/0^\circ]_s$	$[90^\circ_2/0^\circ_2]_s$	$[90^\circ/0^\circ]_{2s}$	$[+45^\circ/0^\circ/-45^\circ/90^\circ]_s$	$[90^\circ/+45^\circ/-45^\circ/0^\circ]_s$	$[0^\circ/90^\circ/+45^\circ/-45^\circ]_s$
Plaka kodu	C-1	C-2	C-3	Q-1	Q-2	Q-3
Hasar Modu	B+S	B+S	B+S	B	B	B
Hasar yükü	2887 N	6231 N	6523 N	6091 N	7319 N	6926 N
Bağlantı mukavemeti	343 MPa	415 MPa	434 MPa	406 MPa	487 MPa	461 MPa

Sonlu Eleman Modeli

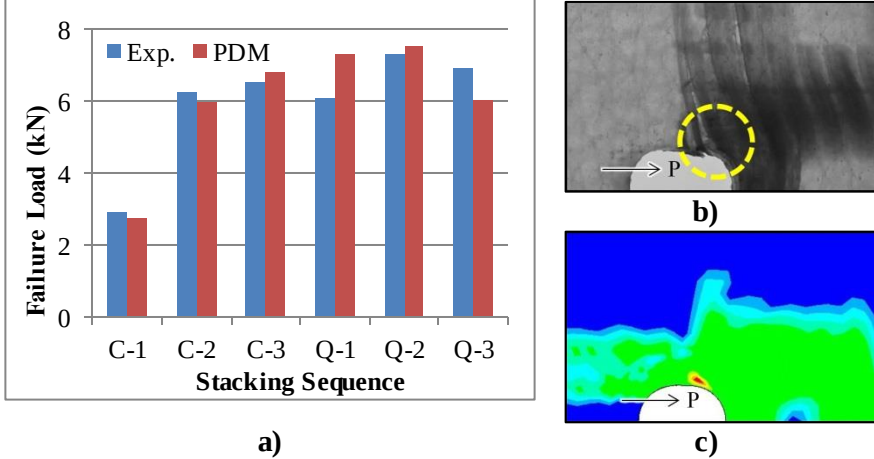
Cıvata bağlantılı numunelerin sonlu eleman modellemesi Ansys R14.5 [2] paket programında gerçekleştirilmiştir. Delik çevresindeki elemanların boyut oranı 1 olarak belirlenmiştir. Eşdeğer lineer elastik ortotropik malzeme özellikleri [1] her bir tabakaya elyaf yönüyle birlikte atanmıştır. Cıvata/pul ikilisi $E=210$ GPa ve $\nu=0.3$ olan elastik izotropik çelik olarak modellenmiştir. Bütün temas yüzeylerinde sürtünme katsayısı 0.2 olarak belirlenmiştir. [3].

Modele ardışık adımlarla cıvata sıkma torku ve deplasman uygulanmıştır. Cıvata/pul ikilisinin dış yüzeyleri sabit kabul edilerek, kompozit plakanın ucundan yer değiştirme verilmiştir.

Kademeli Hasar Modellemesi (KHM)

KHM oluşturulurken C-3 plakası bütün hasar modlarını barındırdığı için referans plaka olarak seçilmiştir. Maksimum gerilme kriteri hasar başlangıcı için seçilmiş ve malzeme özelliklerini indirgeme katsayıları Camanho & Matthews [4] ‘den alınmıştır.

Şekil 1-a'da KHM sonuçları ve deney sonuçları arasındaki uyuşma görülmektedir. Hasar modları da Şekil 1-b,c'de görüleceği gibi deneylerle uyumludur. Sarı daire fiber demet ayrılmasının ilk başladığı yeri temsile etmektedir.



Şekil 1. a) KHM sonuçları ile deney sonuçlarının karşılaştırılması. Hasar şekilleri b) C-3 plakasının fotoğrafı, c) KHM tarafından tespit edilen hasarlı bölge.

Sonuçlar

Mevcut malzeme sistemi için geliştirilen KHM ile deney sonuçları uyuşmaktadır. Deneydeki hasar da KHM tarafından başarılı bir şekilde simüle edilmiştir.

Kaynaklar

1. İnal, O., F. Balıkoğlu, and A. Ataş, *Bolted joints in quasi-unidirectional glass-fibre NCF composite laminates*. Composite Structures, 2017.
2. ANSYS, in Release 14.5. 2013.
3. Ireman, T., *Three-dimensional stress analysis of bolted single-lap composite joints*. Composite structures, 1998. **43**(3): p. 195-216.
4. Camanho, P. and F. Matthews, *A progressive damage model for mechanically fastened joints in composite laminates*. Journal of Composite Materials, 1999. **33**(24): p. 2248-2280.

FAILURE ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF THE CYLINDRICAL PART OF TYPE-III HYDROGEN STORAGE TANKS

TİP-III HİDROJEN DEPOLAMA TANKLARININ SİLİNDİRİK KISMININ HASAR ANALİZİ VE OPTİMİZASYONU

Ozan Ayakdaş¹, Levent Aydın¹, Seçil Artem², Harun Sayı²

1 Department of Mechanical Engineering, İzmir Katip Çelebi University
Çiğli, İzmir, 35620, Turkey
ozanayakdas@gmail.com
leventaydinn@gmail.com

2 Department of Mechanical Engineering, İzmir Institute of Technology
Urla, İzmir, 35430 Turkey
secilartem@iyte.edu.tr
harunsayi07@gmail.com

ABSTRACT

Keywords : Optimization , Hydrogen Storage Tank , Failure Analysis, Cylindrical Composite

Aim of the Study

Nowadays, it is crucial to produce economical and efficient pressure vessels that store high pressure hydrogen gas used in various fields such as gas plants, power plants, aerospace, chemical and automotive industry with increasing high energy demand. In these regards, many researchers have developed design and optimization procedures for high pressure vessels. In the present study, the main objective is to minimize the damage evolution of a cylindrical laminated composite hydrogen storage tank under high internal pressure. The first step is to obtain the distribution of stress components based on Classical Lamination Theory (CLT). The second is to evaluate the burst pressure of the tank according to three different first ply failure criteria and then to compare the results with the experimental and numerical ones from literature. In the final part of the study, the best possible combination of winding angles, stacking sequences and thicknesses of laminates satisfying minimum possible stress concentration will be obtained by stochastic optimization methods.

Material and Method

This paper concentrates on the stress-failure analysis and optimization of the Al-carbon fiber/epoxy cylindrical laminated composite under high internal

pressure. The hydrogen storage tank consists of an inner aluminum liner and laminated carbon fiber/epoxy composite. The liner is assumed to be isotropic and homogeneous; the carbon fiber/epoxy composite are considered as transversely isotropic. Initially, the stress analysis of the composite laminates is performed by using the CLT. In order to predict the damage evolution and burst pressure of the tank, Hashin-Rotem, Maximum Stress and Tsai-Wu first-ply failure criteria have been used. After obtaining failure indexes, the theoretical predictions have been compared with the experimental and numerical (ABAQUS) results. The last part of the study is to design high pressure Type-III hydrogen storage tank with optimum winding angle orientation. Because there are highly nonlinear, complicated functions and discrete search spaces problems in composite design, stochastic optimization methods, Differential Evolution (DE) and Simulated Annealing (SA), have been performed to solve optimization problem of the composite structures rather than traditional optimization techniques.

Results and Discussion

The results of the present study can be summarized as

- 1- The stress components based on CLT and, the burst pressures reached according to Hashin-Rotem, Maximum Stress, von Mises and Tsai-Wu first-ply failure criteria, have been complied with experimental and numerical (ABAQUS) results in the literature.
- 2- Design and optimization problems of high pressure Type-III hydrogen storage tank have been solved by DE and SA methods and then the results compared with each other. As a result of the problems solved by these stochastic methods, a manufacturable Type-III tank design have been proposed.

Acknowledgement: This study was prepared within the scope of TÜBİTAK project 215M182

ÖZET

Anahtar Kelimeler : Optimizasyon, Hidrojen Tankı, Hasar Analizleri, Silindirik Kompozit

Çalışmanın Amacı

Günümüzde artan yüksek enerji talebi ile gaz tesisleri, enerji santralleri, havacılık, kimya ve otomotiv endüstrisi gibi çeşitli alanlarda kullanılan yüksek basınçlı hidrojen gazı depolayan ekonomik ve verimli bir basınçlı kap üretebilmek önemlidir. Bu bağlamda, birçok araştırmacı, yüksek

basıncılı kaplar için tasarım ve optimizasyon süreçleri geliştirmişlerdir. Mevcut çalışmada, ana hedef, yüksek iç basınç altında silindirik tabakalı kompozit hidrojen depolama tankı geliştirmektir. Çalışmanın ilk bölümü şu adımları içermektedir: (i) Klasik Laminasyon Teorisi'ni kullanarak gerilme dağılımını elde etmek, (ii) tankın patlama basıncını üç farklı ilk tabaka kırılma kriterine göre hesaplamak, (iii) literatürdeki deneysel-nümerik sonuçlar ile karşılaştırmaktır. Çalışmanın son bölümünde ise, mümkün olan en düşük gerilme konsantrasyonunu karşılayan, sarım açısı, tabaka kalınlıkları ve açı dizilimi kombinasyonu stokastik optimizasyon yöntemleriyle belirlenecektir.

Malzeme ve Yöntem

Bu çalışmada, yüksek iç basınç altında Al-karbon elyaf / epoksi silindirik tabakalı kompozitin stres-kırılma analizi ve optimizasyonu üzerine yoğunlaşmıştır. Hidrojen depolama tankı, iç alüminyum astar ve karbon elyaf / epoksi kompozit tabakalardan oluşur. Astar izotropik ve homojen, karbon elyaf / epoksi kompozitler ise enine izotropik olarak kabul edilir. Başlangıçta, kompozit tabakaların gerilme analizi, Klasik Laminasyon Teorisi kullanılarak yapılır. Tankın hasar gelişimini ve patlama basıncını tahmin etmek için Hashin-Rotem, Maksimum Gerilme ve Tsai-Wu ilk tabaka kırılma kriterleri kullanılmıştır. Kırılma indeksleri elde edildikten sonra, teorik tahminler deneysel ve nümerik (ABAQUS) sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın son kısmında, optimum sarım açı dizilimine sahip, yüksek basınçlı Tip-III hidrojen depolama tankı tasarımı öngörülmüştür. Kompozit yapıların optimizasyon problemini çözmek için, yüksek dereceli non-lineer terimler, karmaşık fonksiyonlar ve ayrık çözüm uzayları içeren problemlerin varlığı nedeniyle geleneksel optimizasyon teknikleri yerine, stokastik optimizasyon yöntemleri (DE ve SA) tercih edilmiştir.

Sonuçlar

Mevcut çalışmanın sonuçlarını aşağıdaki iki başlık altında özetlemek mümkündür.

1-Klasik laminasyon teorisi baz alınarak hesaplanan gerilme bileşenleri ve Hashin-Rotem, Maximum Gerilme, von Mises ve Tsai-Wu ilk tabaka kırılma kriterlerine göre hesaplanan patlama basınçları, literatürdeki mevcut deneysel ve nümerik (ABAQUS) sonuçlarla örtüşmüştür.

2-Yüksek basınçlı Tip-III hidrojen depolama tankı tasarım ve optimizasyon problemleri DE ve SA yöntemleriyle çözülmüş ve sonuçlar birbiriyle

karşılaştırılmıştır. Bu stokastik yöntemlerle çözülen problemlerin sonucunda, üretilebilir bir tank tasarımı önerilmiştir.

Teşekkür: Bu çalışma 215M182 No'lu TÜBİTAK projesi kapsamında hazırlanmıştır.

INVESTIGATION OF ELECTRICAL AND OPTICAL PROPERTIES OF POLYSTYRENE/GRAPHENE NANOPATELET (PS/GNP) COMPOSITE FILMS

POLİSTİREN/GRAFEN NANOPLAKA (PS/GNP) KOMPOZİT FİLMLERİN ELEKTRİKSEL VE OPTİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Ömer Bahadır Mergen¹, and Ertan Arda²

Dokuz Eylül University, Department of Medical Imaging Techniques,
Inçiralti, 35340, Izmir, Turkey (bahadir.mergen@deu.edu.tr)
Trakya University, Department of Physics, Faculty of Science, 22030,
Edirne, Turkey (ertana@trakya.edu.tr)

Purpose

Scientific studies over the last 10-15 years have shown that graphene doping in different polymer matrices enhances the mechanical, thermal and electrical properties of the composite. For this reason, graphene-added polymer composites have wide application areas in industry such as electronics, aerospace, automotive, green energy etc. [1]. This potential usage in industry also provides intense scientific interest in polymer/graphene composites. The aim of this work is to determine the changes in the electrical and the optical properties of the Polystyrene/Grafen Nanoplatelet (PS/GNP) composite films prepared at different graphene concentrations.

Materials and methods

Polystyrene (PS) (Aldrich-430102) with molecular weight $M_w=192,000$ g/mol as insulating polymer matrix and graphene nanoplatelet (GNP) (Aldrich-806633) as conductive filler were used in the preparation of composite films. GNP's carbon: oxygen ratio is 85:3. The polymer and graphene nanoplatelets were dissolved in N, N-dimethylformamide (DMF) (Sigma-D4551) with a purity of 99%.

Composite films with various GNP mass fractions (M) were prepared by using the spin coating technique. The photon absorption spectrums of the prepared films were measured using a UV-Visible spectrophotometer at a wavelength range of 300-600 nm. The surface resistances of the composite films were measured with Keithley high resistance measurement system using a 2-point measurement method.

Preliminary Evaluations

The absorbance intensities (A) and the electrical conductivities (σ) of PS/GNP composite films were measured at room temperature. Both the A

and the σ values were increased with increasing GNP content in the composites. This behavior was interpreted by percolation theory. The optical and the electrical percolation thresholds and the critical exponents (β) were calculated. The obtained results were found to be consistent with similar studies in the literature.

Keywords: polystyrene; graphene nanoplatelet (GNP); polymer composite; percolation; critical exponents; electrical conductivity

Amaç

Son 10-15 yıldır yapılan bilimsel çalışmalar, değişik polimer matrisleri içerisinde yapılan grafen katkılarının kompozitin mekanik, termal ve elektriksel özelliklerini arttırdığını göstermiştir. Bu nedenle, grafen katkılı polimer kompozitler, elektronik, havacılık, otomotiv, yeşil enerji vb. gibi endüstriyel alanlarda geniş bir uygulama potansiyeline sahiptir[1]. Güncel endüstride kullanılması polimer/grafen kompozitlerinin yoğun bir bilimsel ilgi görmesini de sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, değişik grafen konsantrasyonlarında hazırlanan Polistiren/Grafen Nanoplaka (PS/GNP) kompozit filmlerin elektriksel ve optik özelliklerinde meydana gelen değişimleri belirlemektir.

Materyal-Yöntem

Kompozit filmlerin hazırlanmasında; yalıtkan polimer matris olarak molekül ağırlığı $M_w=192000$ g/mol olan Polistiren (PS) (Aldrich-430102) ve iletken dolgu maddesi olarak da grafen nanoplaka (GNP) (Aldrich-806633) kullanılmıştır. GNP'lerin karbon:oksijen oranı 85:3'tür. Polimer ve grafen nanoplakalar, saflığı % 99 olan N, N-dimetilformamit (DMF) (Sigma-D4551) içerisinde çözülmüştür.

Spin kaplama tekniği kullanılarak değişik GNP kütle oranlı kompozit filmler hazırlandı. Hazırlanan filmlerin foton absorpsiyon spektrumu 300-600 nm dalgaboyu aralığında UV-Visible spektrofotometre kullanılarak ölçüldü. Kompozit filmlerin yüzey dirençleri Keithley yüksek direnç ölçüm sistemi kullanılarak 2-nokta ölçüm yöntemi ile gerçekleştirildi.

Ön Değerlendirmeler

PS/GNP kompozit filmlerinin absorbans şiddetleri (A) ve elektriksel iletkenlikleri (σ) oda sıcaklığında ölçüldü. Kompozit içindeki GNP miktarının artması ile beraber hem A hem de σ değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Bu davranış perkolasyon teorisi ile yorumlanarak optik ve elektriksel perkolasyon eşik değerleri ve kritik üsler (β) hesaplandı. Elde edilen sonuçların literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu olduğu görülmüştür.

Anahtar sözcükler: polistiren; grafen nanoplaka (GNP); polimer kompozit; perkolasyon; kritik üs; elektriksel iletkenlik

[1] D. Galpaya, M. C. Wang, et al., Recent advances in fabrication and characterization of graphene-polymer nanocomposites, Graphene, 1, 2012, 30-49.

PRODUCTION OF REDUCED GRAPHENE OXIDE AND POLYMER BASED AEROGELS FOR OIL-WATER SEPARATIONS

YAĞ-SU AYIRMAYA YÖNELİK İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT VE POLİMER ESASLI AEROJEL ÜRETİMİ

Öznur Doğan^{a,*}, Erhan Bat^{a,**}

^aMiddle East Technical University, Chemical Engineering Department
Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara,
06800, *oznurdgn@metu.edu.tr,

**bat@metu.edu.tr

ABSTRACT

Aim

In this study, the aim is to prepare graphene oxide based aerogels by using random copolymers of glycidyl methacrylate and styrene as crosslinkers and as oil absorption enhancers.

Material-method

Graphene oxide was synthesized using Tour Method and chemical and morphological characterizations were performed. Copolymers of glycidyl methacrylate and styrene were synthesized using free radical polymerization and chemical characterizations were performed. Copolymers were used along with graphene oxide in order to synthesize the precursor hydrogels. After freeze-drying and thermal reduction, morphologies of the aerogels were assessed. To determine the oil absorption capacities of the prepared aerogels, chloroform, toluene and sunflower oil were used.

Results

Effects of styrene content in copolymers and copolymer concentration used in the precursor hydrogel synthesis on oil absorption capacities of the aerogels were investigated. It is seen that aerogel can be produced without the addition of copolymer. There is a general trend that increase in styrene content of the copolymers promote the increase in absorption capacities of aerogels. The prepared aerogels were found to have absorption capacities in the range of 90 to 175 g/g for toluene and 90 to 200 g/g for sunflower oil. In the case of chloroform, aerogels with higher styrene content had absorption capacities ranging from 170 to 315 g/g, whereas this range was between 145-260 g/g for aerogels with lower styrene content. The highest oil absorption values were obtained with aerogels having initial concentrations of 1.5 to 2.0 mg/mL of copolymer. Use of copolymer concentrations from 3 to 5 mg/mL in the aerogel production yielded in similar absorption capacities which can be attributed to unreacted copolymers in the precursor hydrogel synthesis.

Keywords: Graphene oxide, aerogel, hydrogel, separation, polymer.

* This study is supported by METU Scientific Research Project Coordinatorship (Project Number: BAP 08-11-2015-025).

ÖZET

Amaç

Bu çalışma kapsamında, glisidil metakrilat ve stiren kopolimerlerini çapraz bağlayıcı ve yağ emilimini arttırıcı olarak kullanarak grafen oksit esaslı aerojel üretimi amaçlanmıştır.

Materyal-yöntem

Tour yöntemi ile grafen oksit sentezlenerek kimyasal ve morfolojik karakterizasyonları yapılmıştır. Glisidil metakrilat ve stiren kopolimerleri serbest radikal polimerizasyon kullanılarak sentezlenmiş ve kimyasal karakterizasyonları yapılmıştır. Kopolimerler grafen oksitle birlikte öncül hidrojellerin üretilmesinde kullanılmıştır. Liyofilizasyon ve termal indirgemenin ardından aerojel morfolojileri SEM analizi ile tayin edilmiştir. Hazırlanan aerojellerin yağ emme kapasitelerini bulmak amacı ile kloroform, toluen ve ayçiçeği yağı kullanılmıştır.

Sonuçlar

Kopolimerlerdeki stiren miktarının ve öncül hidrojel sentezinde kullanılan kopolimer konsantrasyonunun aerojellerin yağ emme kapasitelerine etkileri araştırılmıştır. Kopolimer eklenmeden elde edilebildiği görülmüştür. Kopolimerlerde stiren miktarının arttırılmasının üretilen aerojellerin emme kapasitelerini arttırdığı yönünde genel bir eğilim gözlemlenmiştir. Hazırlanan aerojellerin toluene için 90 ile 175 g/g aralığında ve sebze yağı için 90 ile 200 g/g aralığında emme kapasitesine sahip oldukları görülmüştür. Kloroformda ise yüksek oranda stiren içeren aerojellerin 170 ile 315 g/g arasında emme kapasitesine sahip oldukları görülmüşken, bu aralık düşük oranda stiren içeren aerojeller için 145 ile 260 g/g olmuştur. En yüksek yağ emme kapasitesi, 1.5 ile 2.0 mg/mL başlangıç kopolimer konsantrasyonuna sahip aerojellerde elde edilmiştir. Aerojel üretiminde 3mg/mL'den 5 mg/mL'ye kadar kullanılan kopolimerlerin kullanılması öncül hidrojel sentezinde tepkimeye girmeyen kopolimerlerin varlığı ile açıklanabilen benzer emme kapasiteleri ile sonuçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Grafen oksit, aerojel, hidrojel, ayrıştırma, polimer.

* Bu çalışma ODTÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: BAP 08-11-2015-025)

PRODUCTION OF REDUCED GRAPHENE OXIDE BASED AEROGELS FOR OIL-WATER SEPARATIONS

YAĞ-SU AYIRMAYA YÖNELİK İNDİRGENMİŞ GRAFEN OKSİT ESASLI AEROJEL ÜRETİMİ

Öznur Doğan^{a,*}, Erhan Bat^{a,**}

^aMiddle East Technical University, Chemical Engineering Department

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, Ankara,
06800, *oznurdgn@metu.edu.tr,

**bat@metu.edu.tr

Aim

In this study, the aim is to prepare reduced graphene oxide based aerogels by using 1,3-diaminopropane as a crosslinker and as an oil absorption enhancer.

Material-method

Graphene oxide was synthesized using Tour Method and chemical characterizations were performed. Morphology of graphene oxide was assessed using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Transmission Electron Microscopy (TEM) analyses. After freeze-drying and thermal reduction, morphologies of the produced aerogels were assessed using SEM analysis. To determine the oil absorption capacities of the prepared aerogels, chloroform, toluene and sunflower oil were used.

Results

In this study, Effects of 1,3-diaminopropane and graphene oxide concentrations used in the precursor hydrogel synthesis on oil absorption capacities of the produced aerogels were investigated. Graphene oxide dispersions without addition of any 1,3-diaminopropane did not form hydrogels at the determined experimental conditions. 1,3-diaminopropane and reduced graphene oxide based aerogels were found to have absorption capacities in the range of 230 to 534 g/g for chloroform, 109 to 202 g/g for toluene and lastly 173 to 270 g/g for sunflower oil. Aerogels with initial graphene oxide concentration of 3 mg/mL showed better absorption capacities compared to that of 4 mg/mL and 5 mg/mL. Highest absorption capacity was reached at graphene oxide concentration of 3 mg/mL and 1,3-diaminopropane concentration of 12.5 mg/mL used in the synthesis of precursor hydrogel. Aerogels produced by this route offer efficient absorption for chloroform, toluene and sunflower oil, and they are promising candidates to be used in oil-water separation.

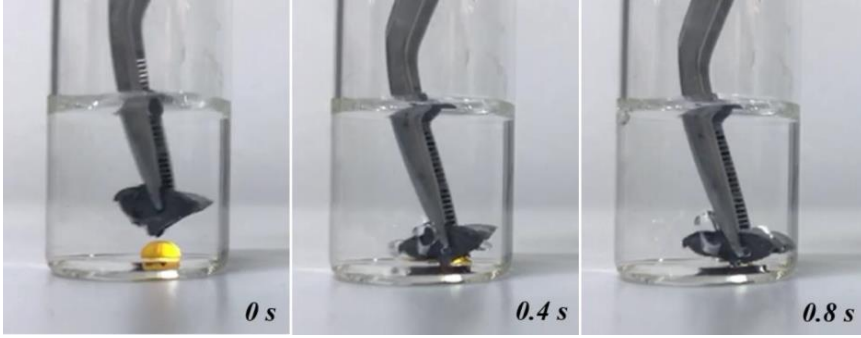


Figure: Snapshots of a movie that shows the absorption of methyl-red dyed chloroform drop in water by 1,3-diaminopropane and reduced graphene oxide based aerogel.

Keywords: Graphene oxide, aerogel, hydrogel, separation.

* This study is supported by METU Scientific Research Project Coordinatorship (Project Number: BAP 08-11-2015-025).

Amaç

Bu çalışma kapsamında, 1,3-diaminopropan çapraz bağlayıcı ve yağ emilimini arttırıcı olarak kullanarak indirgenmiş grafen oksit esaslı aerogel üretimi amaçlanmıştır.

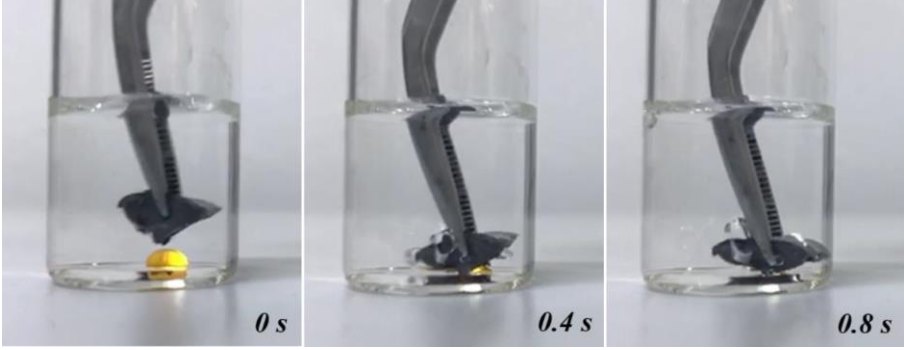
Materyal-yöntem

Tour yöntemi ile grafen oksit sentezlenerek kimyasal karakterizasyonları yapılmıştır. Üretilen grafen oksitin morfolojisi Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) ve Geçirmeli Elektron Mikroskopu (TEM) kullanılarak incelenmiştir. Liyofilizasyon ve termal indirgemenin ardından üretilen aerojellerin morfolojileri SEM analizi ile tayin edilmiştir. Hazırlanan aerojellerin yağ emme kapasitelerini bulmak amacı ile kloroform, toluen ve ayçiçeği yağı kullanılmıştır.

Sonuçlar

Bu çalışmada, öncül hidrojel sentezinde kullanılan 1,3-diaminopropan ve grafen oksit konsantrasyonlarının üretilen aerojellerin yağ emme kapasitelerine etkileri araştırılmıştır. Belirlenen deneysel koşullarda 1,3-diaminopropan eklenmemiş grafen oksit dispersiyonları herhangi bir jel oluşumu göstermemişlerdir. 1,3-diaminopropan ve indirgenmiş grafen oksit esaslı aerojeller kloroform için 230 ile 534 g/g arasında, toluen için 109 ile 202 g/g arasında ve son olarak ayçiçeği yağı için 173 ile 270 g/g arasında emme kapasitesi göstermişlerdir. 3 mg/mL'lik başlangıç grafen oksit konsantrasyonuna sahip aerojeller 4 ve 5 mg/mL başlangıç grafen oksit

konsantrasyonuna sahip aerojellere göre daha yüksek emme kapasitesi göstermişlerdir. En yüksek emme kapasitesi değeri öncül hidrojel sentezinde 3 mg/mL grafen oksit ve 12.5 mg/mL 1,3-diaminopropan kullanılan aerojelde elde edilmiştir. Bu yöntemle üretilen aerojeller kloroform, toluen ve ayçiçeği yağı için etkili emme özelliği göstermişlerdir ve yağ-su ayrıştırma için gelecek vaat eden adaylardır.



Şekil: Metil kırmızısı ile boyanan kloroform damlasının 1,3-diaminopropan ve indirgenmiş grafen oksit esaslı aerojel tarafından emildiği bir videonun ekran görüntüleri.

Anahtar kelimeler: Grafen oksit, aerojel, hidrojel, ayrıştırma.

* Bu çalışma ODTÜ Bilimsel Araştırmalar Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: BAP 08-11-2015-025).

**BENZIMIDAZOLE UNITS-SUBSTITUTED COBALT AND
MANGANESE PHTHALOCYANINES AS HYDROGEN PEROXIDE
CATALYSTS ON OXIDATIVE BLEACHING AND EXAMINATION
OF ITS USABILITY AS A PHTHALOCYANINE COMPOSITE.**

**OKSİDATİF AÇARTMA ÜZERİNE HİDROJEN PEROKSİT
KATALİZÖRLERİ OLARAK BENZİMİDAZOL-SUBSTİTUE
KOBALT VE MANGAN FTALOSİYANİNLER VE BİR
FTALOSİYANİN KOMPOZİT OLARAK
KULLANILABİLİRLİĞİNİN İNCELENMESİ**

Pınar ŞEN^{a,b}, S. Zeki Yıldız^a

^aSakarya University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Chemistry,
54187, Sakarya,
Turkey

^bUskudar University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Uskudar,
Istanbul, Turkey

pinar.sen@uskudar.edu.tr

ABSTRACT

Phthalocyanines (Pcs) and metallophthalocyanines (MPcs) have drawn considerable attention as molecular materials. The increasing interest in phthalocyanines arise from their thermal and chemical stability. Moreover, the architectural flexibility that allows the chemical and physical properties of these molecules to be regulated is an extraordinary feature for material science [1]. MPC's have important uses not only as commercial pigments but also as important functional materials in many fields such as photodynamic cancer therapy (PDT), nonlinear optics, as electrical conductors, in high-density information storage disks and chemical sensors [2].

In recent years, there has been a continuous interest in the search for new functional molecular materials for catalytic applications. The exceptional catalytic properties of phthalocyanines, such as oxidation of olefins, alkanes, alcohols and aromatic compounds have received considerable attention [3-5]. Especially, cobalt and manganese phthalocyanines have been employed in oxidation reactions because of their high catalytic activities [6,7].

In present work, we described the design, synthesis and characterization of four new phthalocyanine derivatives as the new bleach catalyst. We aimed to develop laundry bleaching at lower temperatures by means of decreasing activation energies with this kind of catalyst. In the next stage, we will investigate the properties of bleach catalyst properties of cobalt and manganese phthalocyanine – polymer composites.

Keywords: Phthalocyanine, catalysis, bleaching.

ÖZET

Ftalosiyanimler (Pcs) ve metalli-ftalosiyanimler (MPcs) moleküler malzemeler olarak büyük ilgi görmektedirler. Ftalosiyanimlere artan ilgi, termal ve kimyasal dayanıklılıklarından kaynaklanmaktadır. Dahası, bu moleküllerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin düzenlenebilmesini sağlayan yapısal esneklik, malzeme bilimi için olağanüstü bir özelliktir [1]. MPcs, sadece ticari pigmentler olarak değil aynı zamanda fotodinamik kanser terapisi (PDT), doğrusal olmayan optik, elektrik iletkenleri, yüksek yoğunluklu bilgi saklama diskleri ve kimyasal sensörler gibi birçok alanda önemli işlevsel malzemeler olarak önemlidir [2].

Son yıllarda, katalitik uygulamalar için yeni fonksiyonel moleküler materyallerin araştırılmasına sürekli ilgi duyulmaktadır. Olefinlerin, alkanların, alkollerin ve aromatik bileşiklerin oksidasyonu gibi ftalosiyanimlerin olağanüstü katalitik özellikleri büyük ilgi görmüştür [3-5]. Özellikle kobalt ve mangan ftalosiyanimler yüksek katalitik aktiviteleri nedeniyle oksidasyon reaksiyonlarında kullanılmaktadır [6,7].

Bu çalışmada, yeni ağartma katalizörü olarak dört yeni ftalosiyanim türevinin tasarım, sentez ve karakterizasyonunu gerçekleştirdik. Bu tür bir katalizörle aktivasyon enerjilerini düşürerek daha düşük sıcaklıklarda çamaşır yıkama-ağartma yöntemleri geliştirmeyi amaçladık. Bir sonraki aşamada, kobalt ve mangan ftalosiyanim-polimer kompozitlerinin ağartıcı katalizör olarak etkinliklerini karşılaştırmalı olarak inceleyeceğiz.

Anahtar kelimeler: Ftalosiyanim, katalizör, ağartma.

Referanslar

- [1] McKeown NB (1998) Phthalocyanine materials synthesis, structure and function. Cambridge University Press, Cambridge
- [2] Phthalocyanines: Properties and Applications, ed. by C. C. Leznoff, A. B. P. Lever, VCH, New York (1989-1996), Vol. 1-4.
- [3] B. Agboola, K.I. Ozoemena, T. Nyokong, J. Mol. Catal A 227 (2005) 209–216.
- [4] I.Y. Skobelev, E.V. Kudrik, O.V. Zalomaeva, F. Albrieux, P. Afanasiev, O.A. Kholdeev, A.B. Sorokin, Chem. Commun. 49 (2013) 5577-5579.
- [5] A.B. Sorokin, Chem. Rev. 113 (2013) 8152-8191.
- [6] H. Turk, Y. Cimen, J Mol Catal A: Chem. 234 (2005) 19–24.
- [7] F. Matemadombo, M. Durmus, V. Erciou, S. Griveau, D. Scherman1, F. Bedioui, T. Nyokong, Current Analytical Chemistry 5 (2009) 330-338.

MECHANICAL, THERMO-MECHANICAL AND MORPHOLOGICAL PROPERTIES OF EXPANDABLE GRAPHITE LOADED ACRYLONITRILE-BUTADIENE-STYRENE BASED COMPOSITES

GENİŞLETİLEBİLİR GRAFİT TAKVİYELİ AKRİLONİTRİL-BÜTADİEN-STİREN BAZLI KOMPOZİTLERİN MEKANİK, ISISAL-MEKANİK VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hussam Mohamed S. Cirmad^a, Seha Tirkes^a, Ümit Tayfun^b

^a *Department of Chemical Engineering and Applied Chemistry, Atılım University, Ankara, Turkey seha.tirkes@atilim.edu.tr*

^b *Izmir Technopolis, Izmir, Turkey, umit.tayfun@imgesens.com*

ABSTRACT

Purpose:

Acrylonitrile-Butadiene-Styrene copolymer (ABS) has become popular due to increase in its application fields especially in 3D printing technology. Melt mixing is the most preferred production method in industrial scale and basically it provides similar processing parameters to 3D printing applications. Number of research topics related with investigations of properties of ABS and its composites has been extended up remarkably in recent decade. Scientists and research specialists are tuning their properties including mechanical, rheological and morphological investigations as well as examination of processability [1-4]. Expandable graphite (EG) is naturally occurring filler which has flake-like structure. This mineral gained importance about improvement of thermal and flame resistance of plastics.

Materials and Methods:

In this work, ABS copolymer (Lustran M203FC, Lanxess) was loaded with EG (LKAB-Firecarb TEG 315, Minelco) at four different concentrations of 5%, 10%, 15% and 20%. ABS/EG composite samples were prepared by lab-scale micro-compounder followed by injection molding process. Mechanical, thermo-mechanical, melt-flow and morphological characterizations of composites were done by carried out tensile and impact tests, dynamic mechanical analysis (DMA), melt flow index (MFI) test and scanning electron microscopy (SEM), respectively.

Result and Discussion:

According to tensile, impact and DMA test results, tensile strength and storage modulus of ABS were improved with increase in EG content. However, percent elongation and impact strength values showed decreasing trend with EG additions. MFI test revealed that the EG incorporation caused no dramatic change on MFI value and processability of neat ABS. EG flakes exhibited well-dispersion for all of the filling ratios as the SEM micro-images of composites were examined. 15% and 20% EG containing ABS composites were remarked as more suitable among prepared composites [5].

Keywords: Acrylonitrile-butadiene-styrene, Expandable Graphite, Mechanical Properties, Polymer Composites, Extrusion

ÖZET

Amaç:

Akrilonitril-bütadien-stiren (ABS) kopolimeri, özellikle 3D yazıcı teknolojisi alanındaki kullanımının artmasından dolayı son zamanlarda popüler hale gelmiştir. Eriyik karıştırma, endüstriyel ölçekte en çok tercih edilen yöntem olmasının yanında temel olarak 3D yazıcı uygulamalarına benzer işlem parametreleri sunmaktadır. ABS ve kompozitlerinin özelliklerinin saptanması ile ilgili araştırma konuları son onyılıda belirgin şekilde artmıştır. Bilim adamları ve uzman araştırmacılar bunların mekanik, reolojik ve morfolojik bulgularını ve işlenebilirlik denemeleri de içeren özelliklerini değiştirmektedirler [1-4]. Genişletilebilir grafit (EG) tabakalı yapıya sahip doğal bir dolgudur. Bu mineral, plastiklerin ısıya ve yanmaya direncini yükseltme ile ilgili konularda önem kazanmıştır.

Materyal-Yöntem:

Bu çalışmada, ABS kopolimeri (Lustran M203FC, Lanxess) EG (LKAB-Firecarb TEG 315, Minelco) ile %5, %10, %15 ve %20 dört farklı konsantrasyonda karıştırılmıştır. ABS/EG kompozit örnekleri laboratuvar ölçekli mikro-karıştırıcı ve sonrasında enjeksiyonlu kalıplama prosesi ile hazırlanmıştır. Kompozitlerin mekanik, ısısal-mekanik, eriyik-akış ve morfolojik karakterizasyonları, sırasıyla çekme and darbe testleri, dinamik mekanik analiz (DMA), erime akış indisi (MFI) testi and taramalı elektron mikroskopisi (SEM) ile gerçekleştirilmiştir..

Sonuç-Tartışma:

Çekme, darbe ve DMA test sonuçlarına göre, ABS'nin çekme dayanım ve depolama modülü EG miktarı ile arttırılmıştır. Ancak, yüzde uzama ve darbe dayanım değerleri EG eklenmesi ile düşme eğilimi göstermektedir. MFI testine göre EG eklenmesi, ABS'nin MFI değeri ve işlenebilirliğini çok fazla etkilememiştir. Kompozitlerin SEM mikro-resimleri incelendiğinde, EG plakalarının bütün yükleme oranlarında iyi dağılım sergilediği görülmektedir. %15 ve %20 EG içeren ABS kompozitleri, hazırlanan kompozitler içinde en uygun olarak belirlenmiştir [5].

Anahtar Kelimeler: Akrilonitril-bütadien-stiren, Genişletilebilir Grafit, Mekanik Özellikler, Polimer Kompozitler, Ekstrüzyon

Kaynaklar:

1. Nidzad M., Masood S.H., Sbarski I., Groth A. A study of melt flow analysis of an ABS-Iron composite in Fused Deposition Modeling Process, Tsinghua Science and Technology, 14(S1), 29-37, 2009.
2. Saude N., Ibrahim M., Wahab M.S. Effect of Powder Loading and Binder Materials on Mechanical Properties in Iron-ABS Injection Molding Process, Journal of Applied Mechanics and Materials, 315, 582-586, 2013.
3. Rodríguez, J.F., Thomas, J.P., Renaud J.E. Mechanical behavior of acrylonitrile butadiene styrene (ABS) fused deposition materials. experimental investigation, Rapid Prototyping Journal, 7(3), 148-158, 2011.
4. Bucknall C.B. Toughened Plastics, Applied Science Publishers, London, 1997.
5. Cirmad H. Mechanical, Thermal and Morphological Properties of Expandable Graphite Filled Acrylonitrile-Butadiene-Styrene Composites, M. Sc. Thesis, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Atılım University, 2017.

SENSING PROPERTIES OF POLYANILINE-CARBON NANOTUBE COMPOSITES TO AMMONIA VAPOR

POLIANILIN-KARBON NANOTÜP KOMPOZİTLERİNİN AMONYAK BUHARINI ALGILAMA ÖZELLİKLERİ

Selen Önder¹, Ruhan Benlikaya², Orhan Zeybek¹

¹Department of Physics, Faculty of Science&Art, Balıkesir University, 10000
Balıkesir, Turkey

²Department of Mathematics and Science Education, Faculty of Necatibey
Education, Balıkesir University, 10100 Balıkesir, Turkey

selenonder1@gmail.com, ruhan@balikesir.edu.tr, orhanzeybek@gmail.com

ABSTRACT

Aim: Polyaniline is an excellent candidate for ammonia sensor because of the change in its electrical conductivity, depending upon adsorbed amount when exposed to ammonia. However, the conductivity of PANI decreases over time as it can interact with protonating or deprotonating agents. One possible solution to this problem would be to use carbon nanotubes (CNTs) to increase charge transfer in PANI films. Therefore, it should be investigated whether the combination of CNTs with PANI changes the sensor properties of PANI for ammonia vapor. The aim of this study is to examine sensing properties of polyaniline (PANI) composites with oxidized multiwall carbon nanotubes (MWCNTs) to ammonia vapor.

Material-Method: MWCNTs were treated by a mixture of HNO₃ and H₂SO₄ in order to yield oxidized groups covalently attached on the nanotube surface. PANI and PANI-CNT composites containing the oxidized MWCNTs at concentrations of 1% and 2% were synthesized by chemical oxidative polymerization of aniline using ammonium persulfate in acidic medium. PANI and PANI composites were characterized by FTIR and AFM measurements. The change in electrical resistances of PANI and PANI-CNT composite sample strips when exposed to ammonia solution vapor was monitored along the stripe length by the two-point technique. The resistance measurements of

these materials to ammonia solutions of different concentrations (5%, 10%, 15%, 20%) were carried out at various relative humidity (RH) levels (~0%,

30%, 100%) adjusted by using pure glycerin, pure water and glycerin–water mixture.

Results: The changes observed in the resistances of PANI and PANI-CNT composites with adsorption and desorption of NH₃ vapor showed the formation of n-type materials. The differences observed in AFM and FTIR measurements of PANI and PANI-CNT composite confirmed an interaction between PANI and CNTs. While the sensor responses of PANI and PANI-CNT composites to ammonia vapor decreased with increasing ammonia concentration, PANI-CNT composites showed higher stability in the sensor response with time than PANI as the percentage of CNT increased. The sensor responses of PANI-CNT composites to ammonia vapor decreased as the RH level increased.

Keywords: Polyaniline, carbon nanotubes, chemical oxidative polymerization ammonia, sensor

Acknowledgement

This project is supported by Balikesir University, Turkey under Grant number BAP 2016/143.

ÖZET

Amaç: Polianilin (PANI), amonyak maruziyetinde adsorbe edilen miktara bağlı olarak, elektriksel iletkenliğinde meydana gelen değişiklik nedeniyle amonyak sensörü için kullanılabilecek mükemmel bir aday olmasına rağmen, proton alıcı ve verici reaktiflerle etkileşebildiği için iletkenliği zamanla azalmaktadır. Bu soruna olası çözümlerden biri, PANI filmlerinde yük transferini artırmak için karbon nanotüpleri (KNT) kullanmak olabilir. Bu nedenle KNT'lerin PANI ile kombinasyonunun, PANI'nin amonyak buharı için sensör özelliklerini değiştirip değiştirmediği incelenmelidir. Bu çalışmanın amacı, oksitlenmiş çok duvarlı karbon nanotüpler (ÇDKNT) içeren polianilin kompozitlerinin amonyak buharını algılama özelliklerini incelemektir.

Materyal-Yöntem: ÇDKNT'ler nanotüp yüzeyinde kovalent bağlı karboksil grupları üretmek için HNO₃ ve H₂SO₄ karışımı ile muamele edildi. PANI ve %1 ve %2 derişimlerinde okside olmuş ÇDKNT içeren PANI-KNT kompozitleri, asidik ortamda amonyum persülfat kullanılarak anilinin kimyasal oksidatif polimerizasyonu ile hazırlandı. PANI ve PANI-KNT kompozitleri FTIR ve AFM ölçümleriyle karakterize edildi. PANI ve PANI-KNT kompozit örnek şeritlerinin amonyak buharına tutulmasıyla elektriksel dirençlerinde meydana gelen değişim, iki nokta tekniği ile ölçülerek izlendi.

PANI ve PANI-KNT kompozitlerin farklı derişimlerdeki amonyak çözeltilerine (% 5, % 10, % 15, % 20) karşı direnç ölçümleri, desorpsiyon modunda saf gliserin, saf su ve gliserin-su karışımı kullanılarak ayarlanan çeşitli bağıl nem (BN) seviyelerinde (~% 0, % 30, % 100) gerçekleştirildi.

Sonuçlar: PANI ve PANI-KNT kompozitlerinin dirençlerinde NH₃ adsorpsiyonu ve desorpsiyonu ile gözlemlenen değişiklikler, n-tipi materyallerin oluşumunu gösterdi. AFM ve FTIR ölçümlerinde gözlenen farklılıklar PANI ve KNT'ler arasında bir etkileşim olduğunu doğruladı. PANI ve PANI-KNT kompozitlerin sensör yanıtlarının amonyak derişimi artışı ile azaldığı gözlenirken, PANI-KNT kompozitlerinde KNT yüzdesi arttıkça sensör yanıtı kararlılığının PANI'ye göre arttığı görüldü. PANI-KNT kompozitlerinin sensör yanıtının desorpsiyon modunda nem düzeyi arttıkça azaldığı gözlemlendi.

Anahtar Sözcükler: Polianilin, karbon nanotüp, kimyasal oksidatif polimerizasyon, amonyak, sensör

Teşekkür

Bu çalışma Balıkesir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 2016/143 no'lu proje ile desteklenmektedir.

PREPARATION OF RECYCLED PP/RECLAIMED EPDM COMPOSITES REINFORCEMENT NUT COB AS FILLER

FINDIK KOÇANI TAKVİYELİ GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ PP/GERİ KAZANILMIŞ EPDM KOMPOZİTLERİNİN HAZIRLANMASI

Serhat Oran¹, Ecem Akın², M. Atilla Taşdelen¹, Kutlay Sever³ Metehan
Atagür⁴, M. Özgür Seydibeyoğlu^{4*}

¹ Department of Polymer Engineering, Faculty of Engineering, Yalova
University, Turkey.

² Biocomposite Engineering, İzmir Katip Çelebi University, Faculty
Interdisciplinary Sciences, İzmir, Turkey.

³ Department of Mechanical Engineering, İzmir Katip Çelebi University,
Faculty of Engineering and Architecture, İzmir, Turkey

^{4*} Department of Material Science and Engineering, İzmir Katip Çelebi
University, Faculty of Engineering and Architecture, İzmir, Turkey.

¹serhatoran@msn.com ¹tasdelen@yalova.edu.tr

²ecem.akinn@gmail.com ³kutlay.sever@ikc.edu.tr

⁴metehan26mmz@gmail.com ⁴seydibey@gmail.com

ABSTARCT

Aim

Due to the reduction of petrochemical resources and the increment environmental concerns, recycling of polymers with using of natural sources has gain more attentions instead of using original raw materials. There is a high amount of nut cob waste in Black Sea Region of Turkey and they are being used only burning for energy recovery. Ethylene propylene diene terpolymer (EPDM) is the fastest growing general purpose elastomers on the market today. It is also easily blended with non-vulcanized EPDM and other polyolefinic polymers where impact strength is required. In addition, polypropylene (PP) is one of the most widely used thermoplastic because of its low cost, good processability, excellent mechanical, thermal and chemical properties.

The main objective of this study is to reinforce recycled polypropylene with nut cob waste and blended with reclaimed EPDM to increase stiffness and impact resistance properties.

Material and method

Firstly, waste nut cob and reclaimed EPDM were crushed for using as a filler in polymeric composites. Then, the recycled PP, reclaimed EPDM and nut flour were mixed via a thermokinetic mixer and hot press to produce corresponding polymeric composites. Impact, tensile, flexural, differential scanning calorimetry (DSC) and thermogravimetric analysis (TGA) analyses were done to the samples and their results were compared with the pure PP's properties.

Discussion and recommendations

In the literature, the introduction of natural fillers into polymer matrix reduce the impact strength of final polymeric composites. In this study, this limitation of nut cob flour overcome by addition of reclaimed EPDM into the formulation. Compared to neat recycled PP, the obtained composite samples have an enhancement in both tensile and flexural properties.

Key words: Polymer composites, lignocellulosic fillers, polypropylene, ethylene propylene diene terpolymer, recycling, reclaiming.

ÖZET

Amaç

Petrokimyasal kaynakların azalması ve çevre sorunlarının artması nedeniyle, orijinal ham maddeler yerine polimerlerin geri dönüştürülmesi ve doğal kaynakların kullanılması daha çok dikkat çekmektedir.

Karadeniz Bölgesi'nde çok miktarda fındık koçanı atığı bulunmaktadır ve bu fındık koçanları sadece yakılarak kullanılmaya çalışılmaktadır. Etilen propilen dien terpolimeri (EPDM) bugün piyasada bulunan ve en hızlı büyüyen genel amaçlı elastomerlerdir. Ayrıca, darbe mukavemeti gereken yerlerde vulkanize edilmemiş EPDM diğer poliolefinik polimerler ile kolaylıkla harmanlanır. Bununla beraber polipropilen (PP) düşük maliyeti, iyi işlenebilirliği, mükemmel mekanik, termal ve kimyasal özelliklerinden dolayı en yaygın kullanılan termoplastiklerden biridir.

Bu çalışmanın amacı, geri dönüştürülmüş PP'yi atık fındık koçanı ile takviyelendirmek ve EPDM elastomeri ile harmanlayarak PP'in sertliğini ve darbe dayanımını arttırmaktır.

Materyal ve Metot

Öncelikle, atık fındık koçanı ve geri kazanılmış EPDM, polimerik kompozitlerde dolgu maddesi olarak kullanılması için öğütüldü. Ardından, geri dönüştürülmüş PP, geri kazanılmış EPDM ve fındık unu termokinetik mikser aracılığıyla karıştırıldı ve polimerik kompozitler sıcak pres ile üretildi. Numunelere darbe, çekme, eğilme, DSC ve TGA analizleri yapıldı. Sonuçlar saf PP'in özellikleriyle karşılaştırıldı.

Tartışma ve öneriler

Literatürde, doğal dolgu maddelerinin polimer matrise dâhil edilmesi nihai polimerik kompozitlerin darbe dayanımını azaltır. Bu çalışmada geri kazanılan EPDM'nin formülasyona eklenmesiyle, fındık koçanın kısıtlaması ortadan kalkmaktadır. Saf PP geri dönüştürülmüş PP karşılaştırıldığında, elde edilen kompozit numunelerin çekme ve eğilme özelliklerinde bir iyileşme görülmektedir.

Anahtar sözcükler: Polimerik kompozitler, lignoselülozik dolgular, polipropilen, etilen propilen dien terpolimer, geri dönüşüm, geri kazanım.

PRODUCTION AND PROPERTIES OF BIODEGRADABLE FILM FROM SISAL LEAFs

SİSAL LİFLERİNDEN BİYO-BOZUNUR FİLM ÜRETİMİ VE ÖZELLİKLERİ

Sezen IRMAK¹, Ayberk AYDOĞMUŞ², Nilgöl ÖZMEN², Nihat Sami ÇETİN²

¹ Department of Forest Industry Engineering, Faculty of Forestry, İzmir Katip Çelebi University, İzmir, Turkey.

² Biocomposite Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İzmir Katip Çelebi University, İzmir, Turkey.

¹sezen.irmak5@gmail.com ²ayberkaydogmus@gmail.com

³nihts.cetin@ikc.edu.tr ⁴nilgul.cetin@ikc.edu.tr²

ABSTARCT

Aim

The environmental problems that have arisen as result of the widespread use of fossil resources in the World. In addition to the reason why non-sustainable resources are starting to run out, the development of environmentally-sensitive alternative composite materials, derived from renewable sources, has become one of the most important research topics. Lignocellulosic biomass is the most promising resource to replace fossil resources, as it is sustainable and low cost.

In this study, we were aim to the investigation of film production and the properties of hemicelluloses obtain from lignocellulosic resources; which is sisal (*Agave sisalana*), for food and packaging sector.

Material and method

The lignin was removed by the sodium chloride method and the holocellulose was eluted. The components of the holocellulose were separated from the α -cellulose by alkali manganese (sodium hydroxide NaOH), and the hemicellulose was recovered by centrifugation from the dissolving portion. Hemicellulose films have been prepared using by the most commonly used liquid-cast method (Solvent-cast) in the production of hemicellulose films.

Discussion and recommendations

The characteristics of the film production and properties of hemicelluloses isolated by alkaline extraction method have been characterized. The effect of the presence of lignin on film forming ability was investigated. The effect of xylene concentration on the film properties, and the addition of polyethylene glycol (PEG), which is used as a plasticizer, has been determined. The

thermal and morphological properties of the obtained films were investigated.

Keywords: Natural fibers, polymer composites, lignocellulosics, biodegradable films. Sisal leaf.

ÖZET

Amaç

Dünyada fosil kaynakların yaygın olarak kullanılması sonucu ortaya çıkan çevresel sorunların yanında, sürdürülebilir olmayan kaynakların tükenmeye başlaması nedeni ile yenilenebilir kaynaklardan elde edilen aynı zamanda çevreye duyarlı alternatif kompozit malzemelerin geliştirilmesi en önemli araştırma konularından biri haline gelmiştir. Lignoselülozik biyokütle, sürdürülebilir olması ve düşük maliyetli olması nedeniyle, fosil kaynakların yerine geçebilecek en umut vadeden kaynaktır.

Bu çalışma kapsamında, sisaldan (*Agave sisalana*) elde edilen hemiselülozların gıda ve ambalaj sektörü için biyo-bozunur film üretimi ve özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Sodyum klorit yöntemi ile lignin uzaklaştırılmış ve holoselüloz eldesi gerçekleştirilmiştir. Holoselüloz bileşenleri alkali mumalesi ile (Sodyum hidroksit NaOH) α -selüloz ayrıştırılmış, çözünen kısım içerisinde santrifüj işlemi ile hemiselüloz kazanımı gerçekleştirilmiştir. Hemiselüloz filmlerin üretiminde en yaygın kullanılan sıvı-dökme yöntemi (Solvent-cast) kullanılarak hemiselüloz filmleri hazırlanmıştır.

Tartışma ve öneriler

Alkali özütleme yöntemi ile izole edilen hemiselülozların film üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen filmlerin özellikleri karakterize edilmiştir. Lignin varlığının film oluşturma kabiliyeti üzerine etkisi araştırılmıştır. Film özellikleri üzerine ksilan konsantrasyonu, plastikleştirici olarak kullanılan polietilen glikol (PEG) ilavesinin etkisi belirlenmiştir. Elde edilen filmlerin termal ve morfolojik özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Doğal lifler, polimer kompozitler, lignoselülozikler, biyo-bozunur filmler, Sisal lifi.

MECHANICAL, PHYSICAL AND ELECTRICAL PROPERTIES OF CARBON FIBER AND CONDUCTIVE MICA LOADED POLYCARBONATE HYBRID COMPOSITES

KARBON ELYAF VE İLETKEN MİKA İLE GÜÇLENDİRİLMİŞ POLİKARBONAT HİBRİT KOMPOZİTLERİN MEKANİK, FİZİKSEL VE DİELEKTRİK ÖZELLİKLERİ

Sezer Özenler^a, Ümit Tayfun^b, Ümit Hakan Yıldız^a

^a *İzmir Institute of Technology, Chemistry Department, İzmir 35430, Turkey*
sezerozenler@iyte.edu.tr, hakanyildiz@iyte.edu.tr

^b *İzmir Technopolis, İzmir 35430, Turkey* umit.tayfun@imgesens.com

Purpose:

In addition to its optical and mechanical properties, polycarbonate (PC) is used effectively manner in many applications thanks to its easy handling. Polycarbonate, as an application area, especially in automotive and construction industry has found its place. The main purpose of this study is the production of carbon fiber (CF) and conductive mica reinforced PC based composites.

Materials and Methods:

In this study, PC was filled with short CF and conductive mica as both individually and together in hybrid forms. Composites were prepared using twin-screw micro-compounder. Test specimens were shaped by lab-scale injection-molding.

Mechanical, damping, melt-flow, morphological and electrical properties of hybrid composites were characterized using tensile and impact tests, dynamic mechanical analysis (DMA), melt flow index test (MFI), scanning electron microscopy (SEM) and dielectric measurements, respectively. Moreover, dielectric properties of composite of different concentrations was studied as a function of frequency and temperature.

Result and Discussion:

When the results are examined; Especially the addition of carbon fiber, caused an increase in the mechanical strength of the polycarbonate. Generally, lower impact strength values was observed for composites as compared with unfilled PC. Addition of mica, increased melt flow index of the polycarbonate due to its layered structure. According to DMA analysis, storage modulus of PC was improved with inclusion of CF. Glass transition temperature (T_g) of PC shifted to higher values for CF loaded composites. SEM micrographs show that the mica was homogeneously dispersed at low

concentrations. While the dielectric constants of the composites containing the semi-conductor covered mica were increased, parameters such as dielectric loss factor and ac-conductivity have been found to differ according to strengtheners additive rates and type.

Keywords: Hybrid Composites, Polycarbonate, Carbon Fiber, Mica, Electrical Conductivity

ÖZET

Amaç:

Polikarbonat sahip olduğu optik ve mekanik özelliklerine ek olarak kolay işlenebilmesi sayesinde birçok uygulamada etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Polikarbonat, uygulama alanı olarak özellikle otomotiv ve inşaat endüstrisinde kendine yer bulmuştur. Bu çalışmanın başlıca amacı, karbon fiber (KF) ve iletken mika kaplı PC bazlı kompozitlerin üretimidir.

Materyal-Yöntem:

Bu çalışmada, yüzeyi yarı-iletken ile kaplanmış mika ve kısa karbon elyaf güçlendiricileri, polikarbonat matrisi ile eriyik karıştırma (ekstrüzyon) yöntemi kullanılarak hibrit kompozitler oluşturulmuştur. Enjeksiyon kalıplama tekniğiyle şekillendirilen kompozitlerin mekanik özellikleri, ısıl-mekanik özellikleri, erime akış özellikleri ve morfolojik yapıları, sırasıyla çekme ve Shore sertlik testleri, dinamik mekanik analiz (DMA), erime-akış indisi testi (MFI), taramalı elektron mikroskobu (SEM) yöntemleri ile incelenmiştir. Ayrıca, farklı konsantrasyonlardaki kompozitlerin dielektrik özellikleri, frekans ve sıcaklığın fonksiyonu olarak incelenmiştir.

Sonuç-Tartışma:

Sonuçlar incelendiğinde; özellikle karbon elyaf eklenmesi polikarbonatın mekanik dayanımında artışa neden olmuştur. Mika eklenmesi, tabakalı yapısından dolayı polikarbonatın erime akış indisini artırmıştır. SEM mikrografikleri incelendiğinde, mikanın düşük konsantrasyonlarda homojen dağıldığı gözlenmiştir. Yüzeyi yarı iletken kaplı mika içeren kompozitlerin dielektrik sabitlerinde artış gözlenirken, dielektrik kayıp faktörü ve ac-iletkenlik gibi parametreler ise güçlendiricilerin katkı oranlarına ve türüne göre farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hibrit Kompozitler, Polikarbonat, Karbon Elyaf, Mika, Elektriksel İletkenlik

DEVELOPMENT, CHARACTERIZATION AND VERIFICATION OF HIGH PERFORMANCE, LIGHTWEIGHT AND COST- EFFECTIVE POLYPROPYLENE BASED INNOVATIVE MICRO / NANO COMPOSITE SYSTEMS FOR USE IN THE AUTOMOTIVE INDUSTRY

OTOMOTİV SEKTÖRÜNDE KULLANIMA YÖNELİK YÜKSEK PERFORMANSLI, HAFİF VE UYGUN MALİYETLİ POLİPROPİLEN BAZLI İNOVATİF MİKRO/NANO KOMPOZİT SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ, KARAKTERİZASYONU VE DOĞRULANMASI

Sibel Tuna¹, Yasemin Gundogdu Ceylan

^{1,2} *B-Plas Bursa Plastic, Metal, Construction, Energy, Mining, Geothermal,
Tourism, Civil Aviation and Agriculture Company, Bursa, Turkey*

sibelt@bplas.com.tr

Aim

The widespread use of polypropylene in the automotive industry causes technical and aesthetic requirements which are increasing day by day. For this purpose, it is important to consider the cost, weight advantage and technical properties, since PP must be used appropriately as desired by reinforcing various fillers at varying ratios.

In this study, the physical, thermal, mechanical, thermomechanical, rheological and morphological properties of micro and nano fillers in different types, sizes and rates are studied, synergic effects are evaluated, blend properties of different polymers are observed, chemical foaming studies are carried out to obtain lightweight and the appropriate formulations are determined.

Material-Method

In this study, talc, calcite and wollastonite will be investigated as microstructure and nanotalc and nanoclay as nano structure in order to develop high performance, lightweight and cost effective original polypropylene compounds. After filling studies of the same diameter and rates, the filler is decided and the effect of the diameter is investigated and after determination of the filler at the optimum size, mixture ratios will be decided. The physical, thermal, mechanical, thermomechanical, rheological and morphological characterizations will be made by examining the synergistic effects of the compounds which are developed with micro and

nano fillers at varying ratios. Then, the dispersing and localization properties of the blends will be investigated and experiments will be carried out with chemical foaming agents. After the optimum formulation has been decided, production and process optimization studies will be carried out with the addition of additives which may be necessary in the production process to use visual and / or non-visual part.

Discussion and Recommendations

Having paid considerable attention to compound development studies, our company has started to focused on original raw material development studies after the recycled raw material applications. In this study, it is aimed to start to develop formulations on filled PP with improved properties.

If this study succeeds, for the first time an automotive supplier company in our country will be producing its own domestic raw materials. With developed foaming studies, lightweight and economical gains with less raw material and reasonable price will be achieved according to CO₂ emission regulations.

Amaç

Otomotiv endüstrisinde polipropilenin yaygın kullanımı, her geçen gün artış gösteren teknik ve estetik gereklilikleri de beraberinde getirmektedir. Bu amaçla PP'nin, çeşitli dolguların değişen oranlarda takviye edilmesi ile istenen amaca uygun şekilde kullanılması gerektiğinden maliyetin, ağırlık avantajının ve teknik özelliklerinin göz önünde bulundurulması önemlidir.

Bu çalışmada, farklı tür, boyut ve oranlardaki mikro ve nano dolgu kullanımının fiziksel, termal, mekanik, termomekanik, reolojik ve morfolojik özelliklerinin incelenmesi, birlikte kullanımları ile sinerjik etkilerinin değerlendirilmesi, farklı polimerlerin harman sistemlerinin (blend) özelliklerinin incelenmesi, kimyasal köpürtme ile hafiflik çalışmalarının yapılması, uygun formülasyonların belirlenmesi hedeflenmektedir.

Materyal-Yöntem

Projede, yüksek performanslı, hafif ve uygun maliyetli orijinal polipropilen kompaund geliştirilmesi amacıyla öncelikle talk, kalsit ve vollastonit mikro yapı olarak, nanotalk ve nanokil de nano yapı olarak incelenecektir. Aynı çap ve oranlardaki dolgu denemelerinin ardından dolgu türüne karar verilip çap ölçülerinin etkisi incelenecek, optimum boyuttaki dolgu belirlendikten sonra karışımda ne oranlarda kullanılacağına karar verilecektir. Değişen

oranlarda mikro ve nano dolgular ile geliştirilen kompaundların sinerjik etkileri incelenerek fiziksel, termal, mekanik, termomekanik, reolojik ve morfolojik karakterizasyonları yapılacaktır. Ardından harmanların dispersiyon ve lokalizasyon özellikleri incelenecek, kimyasal köpürtme çalışmaları ile hafifletme denemeleri yapılacaktır. Optimum formülasyona karar verildikten sonra üretim prosesinde gerekli olabilecek katkıların ilavesi ile görsel ve/veya görsel olmayan bir parçada üretim ve proses optimizasyonu çalışmaları gerçekleştirilecektir.

Ön Değerlendirmeler

Kompaund geliştirme çalışmalarına büyük ölçüde önem veren BPlas, geri dönüşüm uygulamalarının yanı sıra orijinal hammadde geliştirme çalışmalarına da ağırlık vermeye başlamış, bu kapsamda özellikleri geliştirilmiş, dolgulu PP üzerine formülasyon geliştirme çalışmalarının başlatılması amaçlanmıştır.

Projenin başarıya ulaşması durumunda, ülkemizde bir otomotiv yan sanayi firması ilk kez kendi yerli hammaddesini geliştiriyor olacağından firmamızın rekabet gücü artacak, bu proje ile elde edilen yetkinlik OEM firmaları tarafından tercih edilmemize katkı sağlayacaktır.

Geliştirilecek köpürtme çalışmaları ile hem CO₂ emisyonu regülasyonları kapsamında hafiflik elde edilebilecek, hem de daha az hammadde ve uygun fiyatlı dolgu kullanımı ile ekonomik kazanç sağlanacaktır.

POLİPROPİLEN LİF KATKILI HARÇLARIN ELEKTRİKSEL VE MEKANİK ÖZELİKLERİ

ELECTRICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED MORTARS

Tayfun UYGUNOĞLU¹, İlker Bekir TOPÇU², Mehmet MEŞE³, Emriye ÇINAR⁴

¹Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Afyonkarahisar, uygunoglu@aku.edu.tr

²Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Eskişehir,
ilkerbt@ogu.edu.tr

^{3,4}Afyon Kocatepe Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü,
Afyonkarahisar

Aim

Concrete is widely used as construction material all over the world. However, the concrete has a very low tensile strength in spite of it has high compressive strength. It is being tried to improve this weakness of the concrete with the adding of fibers into concrete mix. Fibers has been used successfully into the concrete in many bridges and buildings applications for long time.

Material-method

In this study, the effects of polymer based polypropylene fibers with four aspect ratios type on mortar properties have been investigated. Firstly, control samples were produced without fibers. The fibers were added to mortar mixtures in ratio of %0.0, %0.5, %1.0, %1.5, %2.0 by volume. On the mortars, workability in fresh state, compressive strength, flexural strength and electrical resistivity measurements at hardened state were defined and compared with control samples.

Pre-evaluations

According to experimental results, it was seen that when workability and compressive strength was decreased by addition of fibers to mortar, bending strength and electrical conductivity was slightly increased.

Keywords: Polypropylene fiber; mortar; mechanical properties; electrical resistivity.

Amaç

Beton, tüm dünyada inşaat malzemesi olarak yaygın bir kullanıma sahiptir. Ancak beton yüksek olan basınç dayanımını karşın, oldukça düşük bir çekme dayanımına sahiptir. Betona katılan liflerle betonun bu zayıf yönü iyileştirilmeye çalışılmaktadır. Lifler beton içerisinde uzun bir süredir birçok köprü ve bina uygulamalarında başarıyla kullanılmıştır.

Materyal-metot

Bu çalışmada, dört farklı görünüm oranındaki polimer esaslı polipropilen lifin harç özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Öncelikle lif katkısız kontrol numunesi üretilmiştir. Lifler harç içine hacimce %0.0, %0.5, %1.0, %1.5, %2.0 oranlarında katılmıştır. Harçlar üzerinde taze haldeyken işlenebilirlik, sertleşmiş haldeyken de basınç dayanımı, eğilme dayanımı ve elektriksel özdirenç ölçümleri yapılarak kontrol numuneleri ile karşılaştırılmıştır.

Ön değerlendirmeler

Deney sonuçlarına göre, polipropilen lif katkısının harçlar üzerinde basınç dayanımını bir miktar düşürdüğü, eğilme dayanımını ve elektriksel iletkenliği bir miktar arttırdığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Polipropilen lif; harç; mekanik özellik; elektriksel özdirenç.

IMPROVEMENT OF BASIC PROPERTIES OF TPU/CARBON FIBER COMPOSITES BY APPLYING SEVERAL SIZING PROCESSES

TPU/KARBON ELYAF KOMPOZİTLERİNİN TEMEL ÖZELLİKLERİNİN ÇEŞİTLİ KAPLAMA İŞLEMLERİ UYGULANARAK GELİŞTİRİLMESİ

Ümit Tayfun^a, Mehmet Doğan^b,

^a *Department of Polymer Science and Technology, Middle East Technical
University, Ankara 06531, Turkey tayfun.umit@metu.edu.tr*

^b *Department of Textile Engineering, Erciyes University, Kayseri 38039,
Turkey mehmetd@erciyes.edu.tr*

Purpose:

Thermoplastic polyurethane (TPU) is one of the most commonly used types of polyurethanes family with the advantages of recyclability and ease of processability by using traditional methods in industry. There has been increasing attention performed about TPU for devoted new approaches to producing their novel composites in recent years. The interest for carbon fiber (CF) reinforced thermoplastic composites has been increased in recent years. Especially, the fabrication of ultra-low weight and mechanically strong automobile parts with CF containing composites is becoming popular nowadays [1-3]. This work is focused on the sizing processes of short CF surfaces and their influence to mechanical, thermomechanical and melt-flow properties of TPU based composites.

Materials and Methods:

Short carbon fibers were used before (unsized) and after sizing processes applied, versamide, jeffamine, isocyanate and cured isocyanate for comparisons. Polyester based TPU was used as matrix. Surface characteristics of CF samples were evaluated by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX) techniques. Tensile tests, hardness test, dynamic mechanical analysis (DMA) and melt flow index (MFI) test were applied to CF reinforced TPU composites which were prepared with 5, 10, 15, and 20 wt % filling ratios by using lab-scale micro-extruder. Dispersions of CFs in TPU matrix were examined by scanning electron microscopy (SEM) micro-images of selected composites.

Result and Discussion:

Sizings that applied on CF surface exhibited significant increase in tensile strength and tensile modulus of composites with respect to unsized CF. On the contrary, dramatic reductions on elongation of TPU were observed. Shore hardness and storage modulus of unfilled TPU were improved after sized CF inclusions. Glass transition temperature (T_g) of TPU shifted to higher temperatures according to Tan δ curve obtained from DMA analysis. It is observed from SEM micro-images that sized CFs dispersed homogeneously in TPU matrix and their surfaces were covered by polymer completely, however, debonding were observed for unsized CF containing composites. Isocyanate sized CF sample exhibited the highest results among sizing processes applied and remarked as the most suitable for TPU/CF composite system.

Keywords: Thermoplastic Polyurethane, Carbon Fiber, Fiber Sizing, Surface Interactions, Carbon Fiber Reinforced Composites

Amaç:

Termoplastik Poliüretan (TPU) yeniden kullanabilme ve endüstrideki yaygın yöntemlerle kolay işlenebilme avantajları ile poliüretan ailesinin en çok kullanılan tiplerinden biridir. Son yıllarda TPU üzerine yapılan çalışmalar yeni nesil kompozitlerini üretme açısından artış göstermektedir. Karbon elyaf (CF) ile güçlendirilmiş termoplastik kompozitlere olan ilgi son yıllarda çoğalmıştır. Özellikle, CF içeren kompozitlerle aşırı hafif ve mekanik açıdan güçlü otomobil parçalarının üretimi bugünlerde popüler olmuştur [1-3]. Bu çalışma, kısa CF yüzeylerinin kaplanma işlemleri ve bunların TPU bazlı kompozitlerin mekanik, termo-mekanik ve eriyik akışı özelliklerine etkisi üzerine odaklanmıştır.

Materyal-Yöntem:

Kısa karbon elyaflar karşılaştırma amacıyla versamide, jeffamine, izosiyanat ve kürleşmiş izosiyanat kaplama işlemlerinden önce ve sonra kullanılmıştır. Poliester bazlı TPU matris olarak kullanılmıştır. CF örneklerinin yüzey özellikleri FTIR ve EDX spektroskopi teknikleri ile incelenmiştir. Laboratuvar ölçekli mikro-ekstruder kullanılarak % 5, 10, 15, ve 20 ekleme oranlarında hazırlanan CF ile güçlendirilmiş TPU kompozitlerine çekme testi, sertlik testi, dinamik mekanik analiz (DMA) ve eriyik akış indisi (MFI) testi uygulanmıştır. Elyafların TPU matrisi içinde dağılımları, seçilen kompozitlerin taramalı elektron mikroskopisi (SEM) mikro-resimleri ile incelenmiştir.

Sonuç-Tartışma:

CF yüzeyine uygulanan kaplama işlemleri kaplanmamışa kıyasla kompozitlerin çekme gücü ve çekme modülünde belirgin artışlar sergilemiştir. Bunun aksine TPU'nun uzamasında aşırı düşüşler gözlenmiştir. Eklentisiz TPU'nın Shore sertlik ve depolama modülü kaplanmış CF eklenmesinden sonra artmıştır. DMA analizinden elde edilen Tan δ eğrisine göre, TPU'nun camı geçiş sıcaklığı (T_g) daha yüksek değerlere kaymıştır. SEM mikro-resimlerinden anlaşılmıştır ki; kaplanmış CF'lar TPU matrisi içinde homojen şekilde dağılmıştır ve yüzeyleri polimer tarafından tamamen kaplanmıştır, oysa kaplanmamış CF içeren kompozitlerde açılmalar gözlenmiştir. İzosiyanat kaplanmış CF örneği, kaplama işlemleri arasında en yüksek sonuçları göstermiştir ve TPU/CF kompozit sistemi için en uygunu olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Termoplastik Poliüretan, Karbon Elyaf, Elyaf Kaplama, Yüzey Etkileşimleri, Karbon Elyaf ile Güçlendirilmiş Kompozitler

Kaynaklar:

1. C.A Mahieux. **Composite Structures**, 52 (3–4), 517–521, 2001.
2. <http://www.reinforcedplastics.com/view/39230/sgl-starts-production-of-thermoplastic-compatible-carbon-fibre/>
3. http://www.designnews.com/author.asp?doc_id=273312&dfpPPParams=ind_183

DETERMINATION OF HEATING RATE OF THE COMPOSITE MATERIAL UNDER INFRARED CURING WITH RESPECT TO POWER OF HEATER AND THE DISTANCE

KIZILÖTESİ KOMPOZİT MALZEME KÜRLEME İŞLEMİNDE MALZEME ISITMA HIZININ LAMBA GÜCÜ VE UZAKLIK PARAMETRELERİNE GÖRE BELİRLENMESİ

Yakup Okan ALPAY^a, Mert KILINÇEL^a, İlyas UYGUR^a

^aDüzce Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği,
Düzce/TÜRKİYE

Aim of The Study

The aim of the study is to investigate the effect of the power of infrared heater and the distance to the material in infrared composite curing process which is an emerging method as an alternative to autoclave processing.

Material and Method

In order to observe the heating behaviour of the infrared heated material, 1 kw, short wavelength infrared heater was used. The power of the heater was adjusted by a potentiometer. The voltage and current of the system was measured instantly so as to determine the accurate power value of the heater.

HS3K twill weaved composite pre-preg material which is provided from Kordsa was used as the heating material. The material was cut to 30 mm X 140 mm dimensions and 4 layers were stacked. The experiments were carried out at 200, 300 and 400 mm distances, for 5 minutes at powers 170, 380, 540, 730 and 830 W. Thermal images were taken every 10 seconds with the thermal camera to constitute the temperature graphs.

Preliminary Evaluations

As a result of the experiments, the heating rate can be precisely determined via using the process parameters required for the curing cycle of the composite material like infrared power and distance. Temperature fluctuations were observed due to exothermic reactions at certain temperatures. Experimental results have provided important scientific information on heating rate control in infrared curing.

Keyword: Infrared curing, heating rate, CFRP

Amaç

Çalışmanın amacı kompozit malzeme üretiminde otoklava alternatif bir metod olarak gelişme potansiyeli bulunan kızılötesi lamba ile ısıtmada lambanın gücü ve malzemenin uzaklığının, malzemenin ısınmasına olan etkisinin araştırılmasıdır.

Materyal Metod

Malzemenin kızılötesi ışınlarla ısınma eğrisini gözlemleyebilmek için 1kw gücünde kısa dalga boylu bir kızılötesi lamba kullanılmıştır. Lamba bir potansiyometre vasıtasıyla gücü değiştirilebilecek şekilde sisteme monte edilmiştir. Ayrıca bir multimetre ile anlık akım ve gerilim değerleri ölçülerek güç değeri hassas şekilde belirlenebilmiştir.

Isıtılacak olan malzeme olarak Kord-sa'dan temin edilen HS3K twill örgülü karbon fiber pre-preg malzemesi kullanılmıştır. Malzeme 30 mm X 140 mm ebatlarında kesilmiş ve dört kat tatbik edilmiştir. Deneyler 170, 380, 540, 730 ve 830 W güçlerinde 200, 300 ve 400 mm uzaklıklarda ve 5'er dk boyunca yapılmıştır. Termal kamera ile her 10 sn'de bir fotoğrafı çekilerek sıcaklık grafikleri oluşturulmuştur.

Ön Değerlendirmeler

Deneyler sonucunda, kompozit malzemenin kurlenme çevrimi için gerekli proses parametrelerinden ısınma hızının kızılötesi güç ve uzaklık parametreleriyle hassas şekilde belirlenebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Malzemeye kızıl ötesi lamba ile ısı verilirken belli sıcaklığa ulaşılmca malzeme meydana gelen ekzotermik reaksiyonlardan dolayı sıcaklık dalgalanması görülmüştür. Deney sonuçları ile , kızıl ötesi kurlemde ısıtma hızı kontrolü konusunda önemli bilimsel bilgiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kızılötesi kurleme, ısıtma hızı, CFRP

PRACTICAL WORKSHOP / UYGULAMALI ÇALIŞTAY

MODEL AND MOLD DESIGN FOR PROCESSING COMPOSITE MATERIALS

KOMPOZİT MALZEME ÜRETİM İÇİN MODEL VE KALIP TASARIMI

The purpose of this workshop is to give basic information on the model and mold techniques for manufacturing of polymeric composite materials via practical presentations. Composite molding technologies and related raw materials will be demonstrated. Model and Mold Design for Processing Composite Materials are chosen for applied workshop due to their increasing industrial importance. Moreover, fundamental characterization techniques for composite materials will be described.

Çalıştayın amacı; polimer esaslı kompozit malzemelerin üretiminde kullanılan kalıp ve modeller hakkında uygulamalı sunumlar üzerinden bilgi vermektir. Kompozit kalıp teknolojileri ve ilgili ham maddeler hakkında sunumlar yapılacaktır. Uygulamalı çalıştay gösterimi için endüstriyel önemi giderek artmakta olan kompozit üretiminde kullanılan model ve kalıpların tasarımı seçilmiştir. Ayrıca kompozit malzemelerde uygulanan bazı temel test yöntemleri de anlatılacaktır.