



Konferans Bildirisi

Kalsit Katkılı PP Elyaf Üretimi

Hüner AYDIN^{1*}, Melih ŞENSES², Şule BAYRAM³

Telasis Tekstil Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. ¹, huner.aydin@pelsantekstil.com.tr

Telasis Tekstil Ürünleri San. ve Tic. A.Ş. ², melih.senses@pelsantekstil.com.tr

Pelsan Tekstil Ürünleri Sanayi ve Ticaret A.Ş. ³, 0000-0003-2432-6112,sule.bayram@pelsantekstil.com.tr

Sorumlu Yazar: huner.aydin@pelsantekstil.com.tr Tel.: +90 546 212 3797

Received 25 October 2024

Received in revised form 18 December 2024

In final form 24 December 2024

4th International Conference on Design, Research and Development
(RDCONF 2024)
December 19 - 20, 2024

Reference: Aydın, H., Şenses, M., & Bayram, Ş. (2024). Calcite added PP fiber production. Orclever Proceedings of Research and Development, 5(1), 602-615.

Özet

Sentetik elyaf üretimi, modern tekstil endüstrisinin temel yapı taşlarından biridir. Ancak artan çevresel kaygılar ve sürdürülebilirlik gereklilikleri, bu sektörün daha çevreci ve yenilikçi çözümler geliştirmesini zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, polipropilen (PP) staple elyaf üretiminde kalsiyum karbonat (CaCO_3) katkısı kullanılmıştır. Çevresel sürdürülebilirliği sağlamak, üretim maliyetlerini azaltmak ve elyaf özelliklerini iyileştirmek amacıyla doğal ve yenilenebilir bir mineral olan CaCO_3 , polipropilen üretimine bir hammadde olarak katılmıştır.

Projenin araştırma kapsamında, yüksek saflıkta, yüzeyinde özel kaplamaya sahip ve stabil partikül dağılımı sağlanmış CaCO_3 kullanımına karar verilmiştir. Compound üretim hattı kullanılarak, toz formda olan kalsiyum karbonatın homojen bir şekilde PP matrisine yayılması yapılan ön çalışmalardandır.

Elyaf üretim denemeleri süreçlerinde, CaCO_3 'ün işlenebilirliği artırdığı, ekstrüzyon basıncını optimize ettiği ve spinneretlerde kalıntı oluşumunu engellediği gözlemlenmiştir. Elyaf özellikleri açısından, opaklık, statik elektriklenme direnci, dokusal iyileştirmeler ve endüstriyel performans artışı gibi olumlu etkiler kaydedilmiştir. Ayrıca, katkının TiO_2 kullanımını azaltarak maliyet avantajı sağlaması ve karbon ayak izini düşürmesi önemli bulgular arasındadır.

Kalsiyum karbonatın termal iletkenliği artırıcı etkisi, işleme sıcaklık aralığını daraltarak üretim süreçlerinde enerji tasarrufu sağlamaktadır. Dahası, geri dönüşüm süreçlerine olan uyumu sayesinde,



CaCO₃ içeren polipropilen nonwovenlar performans kaybı olmadan yeniden işlenebilir ve homojenliği artırır. Bu özellikler, polipropilen ürünlerin çevresel etkilerini azaltırken, endüstriyel işlevselliği ve sürdürülebilirliği artırmaktadır.

Telasis Tekstil olarak yürütülen proje çıktılarında, polipropilen elyaf üretiminde kalsiyum karbonat kullanımının çevresel etkilerin azaltılmasında ve ürün kalitesinin iyileştirilmesinde yenilikçi bir yaklaşım sunduğu görülmektedir. Çalışma, sürdürülebilir tekstil çözümleri geliştirmek için üreticilere ve araştırmacılara ilham verebilecek niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: *Sürdürülebilirlik, kalsiyum karbonat, elyaf, polipropilen, karbon ayak izi.*



Calcite Added PP Fiber Production

Abstract

Synthetic fiber production is one of the basic applications of the modern textile industry. However, increasing environmental concerns and sustainability requirements are forcing the sector to produce more environmentally friendly and innovative solutions. In this study, calcium carbonate (CaCO_3) additive was used in the production of polypropylene (PP) staple fiber. CaCO_3 , a natural and renewable mineral, was added as a raw material to polypropylene production in order to ensure environmental sustainability, reduce production costs and improve fiber properties.

Within the research scope of the project, it was decided to use CaCO_3 with high purity, special coating on the surface and stable particle size distribution. Using the compound production line, homogenous spreading of calcium carbonate in powder form into the PP matrix is one of the preliminary studies.

During the fiber production trials, CaCO_3 was observed to improve processability, optimise extrusion pressure and prevent residue formation in spinnerets. In terms of fiber properties, positive effects such as opacity, static electrification resistance, textural improvements and industrial performance enhancement were noted. In addition, the cost advantage of the additive by reducing the use of TiO_2 and reducing the carbon footprint are important findings.

The thermal conductivity-enhancing effect of calcium carbonate decreases the processing temperature range, resulting in energy savings in production processes. Moreover, thanks to its compatibility with recycling processes, polypropylene nonwovens containing CaCO_3 can be reprocessed without loss of performance and improve homogeneity. These properties increase industrial functionality and sustainability while reducing the environmental impact of polypropylene products.

In the project outputs carried out as Telasis Tekstil, it is seen that the use of calcium carbonate in polypropylene fiber production offers an innovative approach to reducing environmental impacts and improving product quality. The study can inspire manufacturers and researchers to develop sustainable textile solutions.

Keywords: Sustainability, calcium carbonate, fiber, polypropylene, carbon footprint.



1. Giriş

Dünya genelinde sentetik elyaf üretimi, yıllara göre ciddi bir artış göstermiştir. Şu anki üretim miktarları 2023 yılı itibarıyla 100 milyon ton civarındadır. Bu miktarın yaklaşık %60'ını polyester oluştururken, geri kalanı polipropilen, poliamid (naylon) ve diğer sentetik elyaflardan oluşmaktadır. Gelecekte, özellikle teknik tekstiller ve sürdürülebilir ürünler için artan talep nedeniyle üretimde daha fazla büyüme beklenmektedir. 2030 yılında global elyaf talebinin 130 milyon tonun üzerine çıkacağı tahmin ediliyor.

Türkiye'de ise sentetik elyaf üretimi ve tüketimi büyük ölçüde tekstil sektörüne bağlıdır. Türkiye, özellikle polyester ve polipropilen üretiminde önemli bir bölgesel üretici konumundadır. Ancak doğal elyaf olan pamuk da önemli bir paya sahiptir. Ülkemizde hem iç talep hem de ihracat artışı göz önüne alındığında, sentetik elyaf üretiminin büyümeye devam etmesi beklenmektedir.

Poliolefin grubu içerisine dahil olan polipropilen (PP), dünya geneline bakıldığında yaygın olarak kullanılan, kullanımı ve uygulama alanları gün geçtikçe artan sentetik polimerlerden biridir.

Yüksek kimyasal dirence sahip olması, hafifliği, maliyet düşüklüğü, işleme kolaylıkları ve sağlamlıkları gibi önemli özelliklere sahip olan polipropilenler; tekstil, teknik tekstil, hijyen, otomotiv, inşaat, tıbbi ekipmanlar, gıda ambalajları gibi birçok çeşitli uygulamaların kullanıldığı alanlarda kullanılmaktadır.

Polipropilenin elyaf formunda üretimi ise, polipropilenin bizlere sağladığı avantajları daha kapsamlı bir kullanım yelpazesinde sunmaya olanak tanır. "Long/Short Spin Staple Fiber" üretiminde yaygın olarak kullanılan polipropilen, tekstil ve nonwoven (dokuma olmayan) kumaşlar gibi birçok uygulama alanında karşımıza oldukça sık bir şekilde çıkmaktadır. Ancak polipropilen elyaf üretimi, sadece polipropilenin saf kullanımından ibaret değildir. Gelişen dünyada, sürdürülebilirlik çalışmaları, karbon ayak izi, su ayak izi değerlerinin azaltılmasına yönelik faaliyetlerde düşünülerek Polipropilen elyafı üzerinde natürelleştirme ve nötürleştirme çalışmaları devam etmektedir. Bu elyafların özelliklerini geliştirmek, performanslarını optimize etmek için ve kullanım alanlarına göre hazır hale getirebilmek için birçok çeşit katkı maddeleri kullanılabilir.

Bu çalışma esnasında tercih edilen üretim yöntemi long spin polipropilen elyaf üretimidir ve beraberinde kullanılacak olan kalsiyum karbonat, doğal, son derece saf, ince öğütülmüş yapıdadır. Özelleştirilmiş parçacık boyutu ve parçacık boyutu dağılımı üretim metoduna uygun formda seçilmiştir. Özel geliştirilmiş yüzey kaplamasıyla



polipropilen polimeri ile uyumlaşmayı kolaylaştırır ve dispersiyon özelliğine katkıda bulunması amaçlanmıştır. İşlenebilirlik, optimize edilmiş uyumluluk özellikleri sayesinde eriyikten çekim prosesinde akışkanlıkta kolaylaştırıcı katkı görevi görmesi beklenmektedir. Tüm bunlara ilave olarak gıda teması onaylıdır.

Sürdürülebilirlik çalışmaları ile birlikte, sera gazı emisyonunun da azaltılması hedeflenen çalışmada sentetik polimer kullanımının da kalsiyum karbonat kullanımıyla orantılı olarak azalması beklenmektedir. Sürdürülebilir ve yenilenebilir ham madde kullanımının artması hedeflenmektedir. Elde edilen üründe opasite değerinin artması, tuşe bakımından pamuk benzeri tutum sergilemesi, endüstriyel nonwoven hatlarında işlenebilirlik ve performans katkısı statik elektriklenme özelliklerinin iyileşmesi ve maliyet avantajı sağlanması beklenmektedir.

Elyaf üretimi esnasında ise spinnerette kalıp birikmesi olmaması, ekstrüzyon basıncı evrimi olmaması gibi neticelerin gözlemlenmesi olası beklentilerdir.

Gıda teması onaylı, cilt tahrişi veya hassasiyeti gibi sonuçların olumlu ve kabul edilebilir gelmesi güvenle kullanım sağlamaktadır.

Bu makalede, polipropilen elyaf üretiminden, temel aşama ve süreçlerinden, polipropilenin özelliklerinden, kalsiyum karbonatın ürettiği olduğumuz elyaf üzerindeki etkilerinden bahsedilecektir. Ayrıca kalsiyum karbonatın polipropilen elyaflarına eklenmesinin, ürünlerin kalitesini artırmanın yanı sıra, üretim sürecinde sağladığı ekonomik ve çevresel faydalar da detaylandırılacaktır.



Şekil 1. PP elyafların kullanıldığı çeşitli uygulamalar

2. Metot Ve Yöntemler

Çalışmanın bu bölümünde, polipropilen elyaf üretimi sürecine dair kullanılan metodlar ve yöntemler detaylı bir şekilde ele alınacaktır. Özellikle kalsiyum karbonat (CaCO_3) ilavesi ile gerçekleştirilen mineral dolgulu compound üretimi ve bunun ardından gelen elyaf üretim süreci ve devamında elyaflara yapmış olduğumuz işlemler açıklanacaktır. Sürecin ilk aşaması, kalsiyum karbonatın polipropilen ile homojen bir şekilde karıştırılması için kullanılan “compound üretim” aşamasıdır.



2.1. Compound Üretim Aşaması

Compound hattı, farklı hammaddeleri homojen bir şekilde harmanlayan çift vidalı bir ekstrüzyon sistemidir. Vidaların dişleri, karıştırma, malzemenin ekstrüder içinde kalma süresini uzatma ve eriyik haldeki hammaddenin basınçla kafaya taşınması gibi farklı görevler için özelleştirilmiştir. Sistem, malzemelerin termal özelliklerine göre farklı bölgelerden beslenmesini sağlar. Polimerler, ekstrüder içindeki ısı ve sürtünme etkisiyle eriyik hale gelir ve katkı maddeleriyle harmanlanır. Sürtünmeden kaynaklanan fazla ısıyı dengelemek için soğutma sistemi kullanılır.

Harmanlanan eriyik, kafadan ve filtrelerden geçerken safsızlıklar ayrılır. Filtrelenen ürün, su altı kesim ünitesine taşınır. Su altı kesim, sıcak hammaddenin hızlıca soğumasını ve granüllerin birbirine yapışmasını önler. Kesim sırasında kullanılan bıçakların hızı, granül boyutuna göre ayarlanır. Granüller daha sonra vakum ünitesiyle çekilerek çuvallara çekilir ve kullanıma hazır hale gelir.

Compound üretimi bu çalışmada kullanılacak olan polimerlerin, kalsiyum karbonatın ve üretimde kullanılması gereken diğer katkı maddelerinin, homojen bir şekilde karıştırılmasını sağlamak amacıyla yapılan bir ön çalışmadır. Bu aşamada, kalsiyum karbonatın toz halde olmasından dolayı, doğrudan elyaf üretim hattına beslenmesi zordur. Bu yüzden kalsiyum karbonatın rahat bir şekilde beslenebildiği ve karıştırılabildiği bir compound hattı kullanılarak bu işlem yapılmaktadır.

Compound üretim adımları şu şekilde gerçekleştirilmiştir;

Malzeme Besleme: Polipropilen (homo pp), kalsiyum karbonat (CaCO_3) ve gerekli diğer katkı maddeleri istenilen yüzdelik oranlarda makineye beslenmiştir.

Erime ve Karıştırma: Kompound makinesi, içerisindeki vidaların sağladığı sıcaklık, basınç ve dönerek ilerlemeleri sayesinde, kontrollü bir şekilde tüm hammaddelerin yüksek sıcaklıkta eritilip birbirine homojen karışması işlemi gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık aralığı 140 – 230 °C aralığında tutulmuştur.

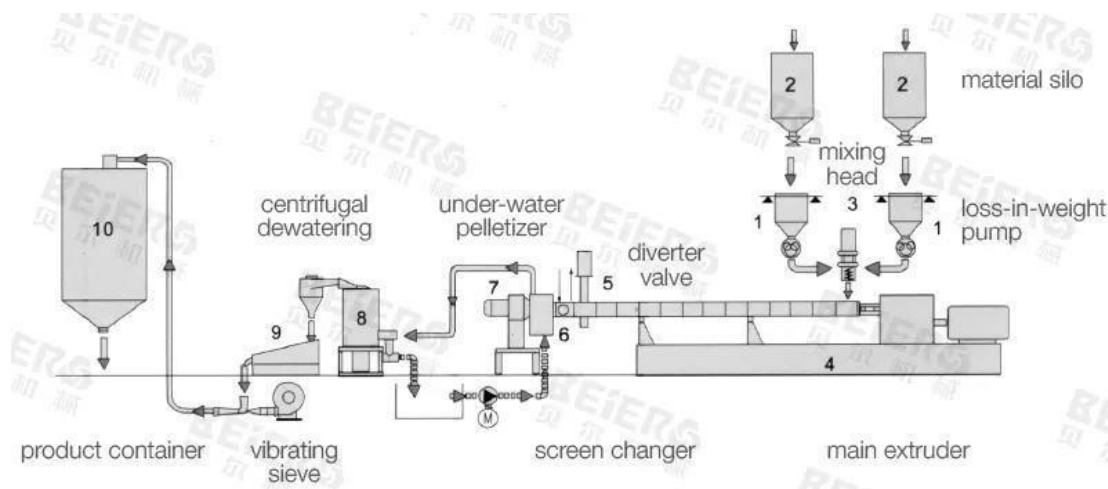
Compoundun Soğutulması ve Kesilmesi: Karışım işlemi tamamlandıktan sonra ürün kesme ünitesinde soğutulup kesilerek “küçük granüller” diye tabir edebileceğimiz forma ulaşmıştır ve kullanıma hazır hale gelmiştir.

Compound üretimi esnasında dikkat edilen noktalar;

Sıcaklık Kontrolü: Çok yüksek sıcaklıklara çıkmak polimerlerin yapısını ve özelliklerini bozabilmektedir. Bu yüzden sıcaklıklar üretim boyunca sürekli kontrol edilmiştir ve yükseldiği durumlarda gerekli önlemler derhal alınmıştır.

Besleme oranları: Kullandığımız hammaddeler çok hassas maddeler oldukları için hammaddelerin beslenme oranları optimum seviyelerde tutulmuştur. Bu oranlar son ürünün istenilen özellikleri ve kullanım alanına göre belirlenir. Bizim çalışmamızda, bu aşamada compound içerisindeki CaCO_3 miktarı %70 seviyelerinde beslenmiştir. Geriye kalan %30'luk kısmını ise polimer ve katkı maddeleri oluşturmuştur.

Katkı Malzemeleri: Polimerlerin işlenebilirliğini iyileştirmek/artırmak amacı ile compound üretimi esnasında antioksidanlar ve stearatlar gibi katkı malzemeleri de kullanılmıştır. Kullanım oranları oldukça düşük seviyelerdedir.



Şekil 2. Çift vidalı compounder hattının şematik gösterimi **Kompounder Hattı**

3. Hammadde Seçimi ve Elyaf Üretim Aşaması

Hammadde Seçimi

Polipropilen elyaf üretim süreci, özellikle doğru hammaddelerin seçilmesi ve her aşamanın dikkatli bir şekilde kontrol edilmesi gereken oldukça karmaşık bir üretimdir. Bu bölümde, polipropilen elyaf üretiminde kullanılan hammaddelerin seçiminden ve elyafa uygulanan diğer işlemlerden bahsedilecektir.

Polipropilen elyaf üretiminde en yaygın olarak kullanılan polimer Homo PP'dir. Elyafın istenilen mekanik dayanımlara ulaşip sağlamlığının ve dayanımının artırılması, kolay bir



şekilde işlenebilir olması ve homojen ürün elde edilmesi, uzun ömürlü kullanım sunabilmesi ve daha düşük maliyetlerde üretim imkânı sunabilmesi gibi özellikleri sebebi ile bu çalışmada Homo PP hammaddesi kullanılmıştır. En önemli özelliklerinden bir tanesi olan yüksek kristalin yapıya sahip olması asıl tercih edilme sebebidir.

Kullanılan polimerlerin yanında bazı katkıların kullanılabildiğinden söz edilmişti. Elyafın estetik, performans ve görünüş özelliklerini geliştirmek amacı ile üretim esnasında “masterbatch” adını verdiğimiz beyazlatıcı katkı malzemesi kullanılmıştır. Bu beyazlaştırıcı etkiyi içerisinde bulunan TiO_2 (Titanium Dioxide) pigmentinden almaktadır. TiO_2 özellikle beyazlatıcı ve opaklaştırıcı katkı maddesi olarak kullanılır. Bu sayede üretilen elyaf daha parlak, beyaz ve estetik olarak daha dikkat çekici bir hale gelmiştir. Beyazlatıcı etkisinin yanı sıra fiziksel özelliklerin iyileştirilmesinde ve ultraviyole ışınlar karşı koruma sağlayarak, elyafın renginin solmasını ve bozulmasını engelleyici etkileri de vardır. Bu aşamada optimum etkileri yakalamak için %60-70 TiO_2 içerikli masterbatch tercih edilmiştir.

Fazla TiO_2 kullanımı son kullanıcıda problemlere yol açabilir. Bu yüzden bu çalışmadaki amaçlardan bir tanesi de TiO_2 oranını azaltmaya yönelik olmuştur. TiO_2 oranlarını düşürmek için de onun yerine geçebilecek bir katkı malzemesi olan kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) tercih edilmiştir. $CaCO_3$ özellikle polipropilen elyaf üretiminde kullanımı artmaya başlamıştır. Kalsiyum karbonat, polipropilenin işlenebilirliğini, mekanik özelliklerini ve nihai ürünün performansını iyileştiren yardımcı bir katkı maddesidir. Bu katkı maddesinin elyaflara eklenmesi sadece malzeme özelliklerini iyileştirmekle sınırlı kalmamaktadır. Özellikle tüm dünya genelin plastik konusu ele alınınca çevreye etki konusu büyük önem taşımaktadır. Kalsiyum karbonat, doğal ve nötr bir mineral olması yönüyle bizlere çevresel etkilerin azaltılması konusunda da önemli katkılar sağlamıştır. Böylece üretmiş olduğumuz ve kullanılacak olan ürünlerin daha çevre dostu hale gelmesini sağlaması amaçlanmıştır.

Tüm bu özelliklerinin yanında $CaCO_3$, doğal olarak beyaz renkli bir mineraldir ve o da TiO_2 gibi beyazlatıcı özelliklere sahiptir. Bu özellik sayesinde TiO_2 kullanım oranları belirli seviyelere kadar düşürülmüştür. Ayrıca beslenmekte olan PP reçinelerin de oranı buna bağlı olarak düşmüştür. Kısacası, kalsiyum karbonat, doğal olarak oluşan bir mineral olduğundan, herhangi bir kimyasal reaksiyon içermez ve bu sayede kullanılan sentetik polimerlere ve katkı maddelerine oranla daha düşük karbon ayak izine sahiptir ve sürdürülebilirlik açısından büyük etkileri vardır. Bunlara ek olarak doğal ve yenilenebilir olması onun geri dönüşüm süreçleriyle uyumlu olmasını sağlamaktadır.

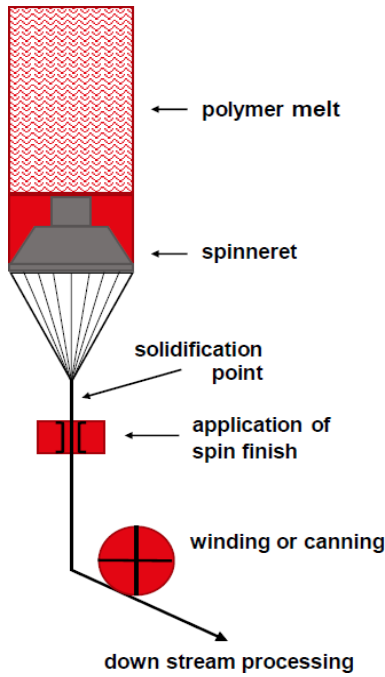


Polipropilen Elyaf Üretim Aşaması

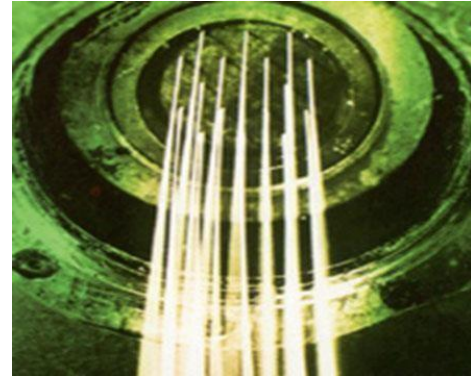
Polipropilen elyaf üretimi genel olarak ele alındığında 2 aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar spinning ve drawing olarak adlandırılır.

Spinning

Polipropilen elyaf üretim sürecinin ilk aşaması, spinning (elyaf oluşturma) aşamasıdır. Bu aşamada hammaddelerin ekstrüder yardımıyla eritilip homojen bir şekilde karıştırılarak, spinneret adı verilen çok küçük delikli ızgaralardan geçirilerek elyaf formuna ulaşması sağlanmıştır. Spinneret'lerden çıkan elyaflar soğuk hava ile karşılaşarak ve katlaşılarak aşağıya doğru akmaya devam eder. Bu esnada elyaflar hava yardımı ile bir demet haline toplanır ve rolıklar (silindirler) etrafına bağlanması sağlanarak düzgün bir şekilde “can” adını verdiğimiz büyük depolama alanlarına ulaşır. İlk aşamada yani spinning aşamasında elyaflara ilk defa “spinfinish” adını verdiğimiz işlem uygulanmıştır. Bu işlem elyaf üretimini ve sonrasında yapılacak olan işlemleri kolaylaştırmak için elyaf yüzeyine yağlayıcı bir katkı malzemesi verilme işlemidir. Bu işlem ile birlikte elyafa birden çok işlev kazandırmış olur. Bunlardan en önemlisi antistatik özelliklerini geliştirmek ve aşınmayı azaltmaktır. Bu sayede elyafın daha düzgün işlenmesi sağlanırken, aynı zamanda elyafın yüzeyi korunur ve elastikiyetini artırır. Spinfinish işlemi bitmiş ürünün kullanım amacına göre ürüne birçok ilave sağlayabilmektedir. Hidrofiliklik-hidrofobiklik bunlardan biridir. Tüm bunların yanında bitmiş ürüne botanik ve doğal özellikler sağlayabilmektedir. Bunlardan bazıları; vitamin E, aloe vera, papatya yağı, ipek proteini ekstratları spinfinish yardımı ile elyafa aktarılarak birçok doğal etkiyi sahip son ürün elde edilebilmektedir. Bu nedenle bu işlem sadece bir işleme yardımcısı olarak değil aynı zamanda bir katkı maddesi olarak da düşünülmelidir. Spinfinish işlemi kiss-roll sayesinde elyafa aktarılmıştır. Hava yardımı ile demetler halinde toplanan elyaflar, “kiss-roll” adını verdiğimiz üzerinde spinfinish yağı bulunan ve elyafların teması halinde sürekli dönerek elyaflara düzgün bir şekilde aktarımı gerçekleştiren silindirlere girerek bu işlemde geçmişlerdir ve elyaf üretiminin ilk aşaması tamamlanmıştır.



Şekil 3. Spinning ve Spinfinish uygulaması filamentleri



Şekil 4. Spinneretlerden çıkan polimer

Drawing

Spinning işleminden sonra elde edilen elyaflar drawing hattına beslenmiştir. Bu aşamada, elyafların belirli bir boyut ve dayanıklılığa ulaşmasını sağlayan, polipropilenin gerilme işlemine tabi tutulduğu aşamadır. Bu aşamada elyaflara, bir kısmı sabit bir şekilde dönen ve diğer kısmı ise çektirme işlemi yapabilmesi için daha hızlı dönen sıcak silindirler yardımı ile “stretching” dediğimiz işlem uygulanır. Bu işlem elyafın istenilen dtex(tex/denye) boyutuna getirilmesi ve gerektiğinde mukavemet ve uzama özelliklerinin geliştirilmesi için yapılır. Bu aşamada belirli sıcaklıklarda uygun çektirme işlemleri gerçekleştirilerek polipropilenin kristal yapısını oryante ederek ve moleküler yapısını hizalayarak mukavemeti ve uzamayı arttırmış, büzülmeyi de azaltmış oluruz. Drawing işlemi bittikten sonra elyaflar “crimping” adını verdiğimiz makinenin içerisinde geçerek kıvrımlı hale getirilmiştir. Crimping, elyaf üretiminde önemli bir işleme tekniğidir. Bu işlem, elyafın dalgalı bir yapıya kavuşmasını sağlayarak, ürünün esnekliğini ve hacmini artırır. Crimping işlemi, elyafın dokusunu zenginleştirir ve son ürüne istenilen fiziksel özellikleri kazandırır. Kıvrılmış elyaflar, nonwoven ürünlerin üretiminde, özellikle emici özelliklerin ve yüksek hacmin önemli olduğu uygulamalar



için gereklidir. Örneğin, mendil, bebek bezi ve tıbbi tekstiller gibi ürünler, crimping işleminden geçmiş elyaflar sayesinde gelişmiş emicilik, dokusallık ve hacim kazanır.

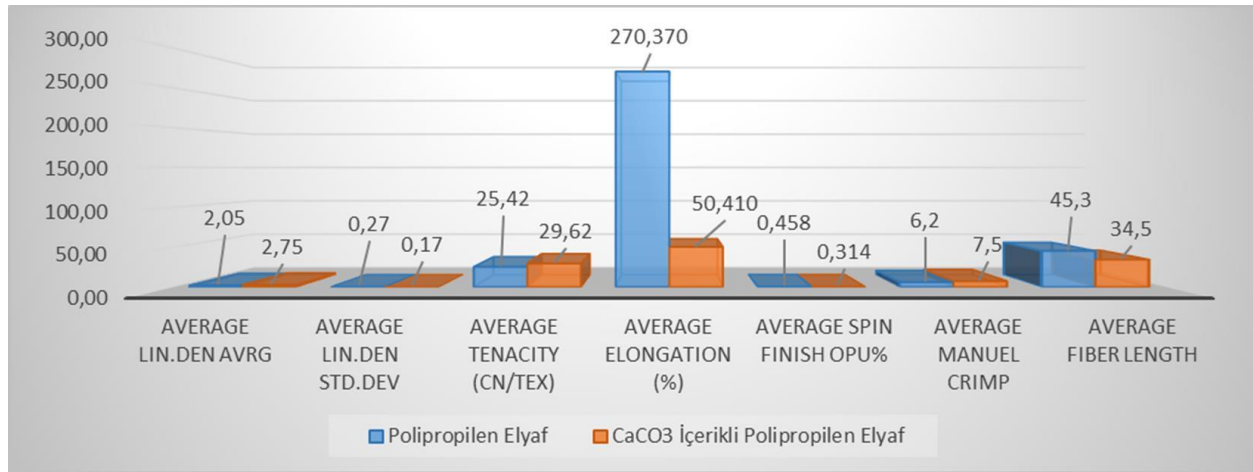
Bu elyaflar, çok yönlülükleri sayesinde konfor, dayanıklılık ve görünüm açısından büyük faydalar sağlar. Kıvrımlı elyaflar, özellikle giysiler, döşemeler, yatak takımları ve halılar gibi ürünlerde hem estetik hem de kullanım açısından iyileştirilmiş özellikler sunar. Crimping işlemi, kumaşların daha esnek ve hacimli olmasını sağlayarak, ürünlerin konfor seviyelerini artırır. Ayrıca, crimping işlemi elyaf oluşumunu iyileştirerek kumaşların dayanıklılığını ve çok yönlülüğünü artırır.

Crimping işleminden sonra elyaflar ikinci kez spinfinish işlemine tabi tutulmuştur. Buradaki işlem birincisinden farklı olarak alttan ve üstten olmak üzere püskürtme işlemi ile uygulanmıştır. Birinci işlemde kullanılan aynı spinfinish katkısı kullanılmıştır.

İkinci spinfinish verildikten sonra ise elyaflar kurutulmak üzere sıcak fırından geçip kurutularak kesim ünitesine yönlendirilmiştir. Burada elyaflar, istenilen uzunluklarda kesilir. Bu uzunluklar, genellikle kullanım amaçlarına göre belirlenir ve kesim işlemi, elyafın uygulama alanlarına uygun boyutlarda olmasını sağlar. Uygun boyutlara kesilen elyaflar daha sonra press makinesinde basılarak balya haline getirilip, paketlenir ve üretim tamamlanır.

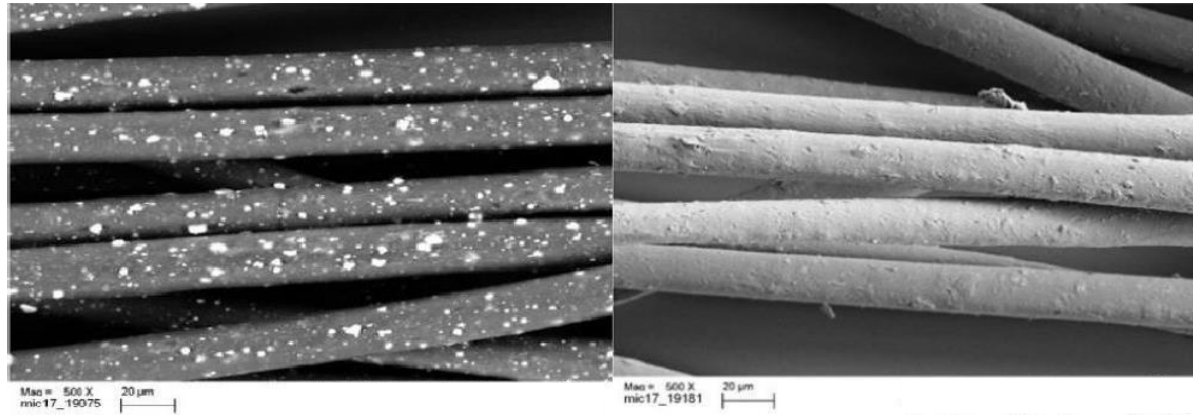
4. Bulgular ve Sonuçlar

Kalsit katkılı polipropilen staple elyaf üretimiyle ilgili yapılan bu çalışmada, kalsiyum karbonatın elyaf özellikleri ve üretim süreçlerine etkileri detaylı bir şekilde incelenmiştir. Üretim sırasında kullanılan kalsiyum karbonat, polipropilen matrisiyle homojen bir şekilde karıştırılarak compound hatlarında işlenmiş, ardından elyaf üretimi gerçekleştirilmiştir. Elyafların karakterizasyonu ve performans analizi, hem üretim süreci boyunca hem de nihai ürün aşamasında gerçekleştirilmiştir. Spinfinish oranı (OPU yüzdeliği) ve denye ölçümü gibi üretim sırasında yapılan ölçümler, yüzey işleme katkılarının etkisini ve elyaf işlenebilirliğini değerlendirmek için kritik öneme sahiptir. Elde edilen sonuçlar, kalsit katkısının elyafların opaklık, statik elektriklenme direnci ve dokusal iyileştirme gibi fiziksel özelliklerini iyileştirdiğini göstermiştir. Bu katkı, ekstrüzyon basıncını optimize ederek üretim sürecini kolaylaştırmış ve spinneretlerde birikme sorunlarını minimize etmiştir. Ayrıca, termal iletkenliği artırarak enerji tasarrufu sağladığı ve TiO_2 kullanımını azaltarak maliyet avantajı sunduğu gözlemlenmiştir. Elyafların dayanıklılık ve mukavemet testleri, kalsit katkısının polipropilen elyafların mekanik özelliklerine olumlu katkı sağladığını ortaya koymuştur.



Şekil 5. PP elyaf ve CaCO₃ içerikli PP elyafların test sonuçları

Elyafların kopma dayanıklılığı (tenasite) ve uzama değerleri, üretim sırasında gerçekleştirilen germe ve çektirme işlemleriyle optimize edilmiş; crimping işlemi ile dalgalı yapı kazandırılarak elastikiyet ve hacim artırılmıştır. Ayrıca, mikroskop altında inceleme ve çözünürlük gibi kimyasal testlerle yapılan analizlerde, kalsit katkısının homojen dağılımı ve yapısal bütünlüğe olumlu etkisi tespit edilmiştir. Ürün yüzeyine uygulanan spinfinish işlemi, elyafların antistatik özelliklerini geliştirirken, yağlama ve aşınma direnci sağlamıştır. Bu sonuçlar, kalsit katkılı elyafların endüstriyel işlevselliği artırdığını ve çevresel sürdürülebilirliğe önemli bir katkı sunduğunu ortaya koymuştur.



Şekil 6. Elyaf ve kalsitlerin SEM üzerindeki görüntüleri

Referanslar



- [1] Ouederni, Mabrouk. (2016). Polyolefins in Textiles and Nonwovens. 10.1007/978- 3-319-25982-6_9.
- [2] Hossain, M.T., Shahid, M.A., Mahmud, N. *et al.* Research and application of polypropylene: a review. *Discover Nano* 19, 2 (2024).
- [3]
- [4] Admin. (2024, September 5). *Under-water pelletizing lines, pelletizer machine - beier machinery.* Plastic Recycling Machine, Film Recycling Machine, Pet Bottle Recycling Machine, Plastic Pelletizer, Pulping
- [5] Equipment. <https://www.beierrecycling.com/under-water-pelletizing-lines/>
- [6]
- [7] Wei, W., Shim, E., Barnes, W., & Pourdeyhimi, B. (2021). *Structure–property relationship of melt spinning polypropylene fibers containing inorganic particulate CaCO₃ fillers.* *Textile Research Journal*, 91(11-12), 1419–1435. doi:10.1177/0040517520982001
- [8]
- [9]
- [10] Mohapatra, H. S., Chatterjee, A., & Kumar, P. (2013). New Generation Application of Polypropylene Fibre. *IJ of Adv. and Nano Technol*, 1(1), 1-9.
- [11] Aizenshtein, E. M., & Efremov, V. N. (2006). *Production and use of polypropylene fibres and yarn.* *Fibre Chemistry*, 38(5), 345–350. doi:10.1007/s10692- 006-0088-y
- [12] Sen, K. (1997). *Polypropylene fibres.* *Manufactured Fibre Technology*, 457–479. doi:10.1007/978-94-011-5854-1_16
- [13]
- [14]
- [15] Hagewood, J.. (2014). Technologies for the manufacture of synthetic polymer fibers 10.1533/9780857099174.1.48.
- [16] Marcinčin, A., & Jambrich, M. (1999). *Textile polypropylene fibers: fundamentals.*
- [17] *Polypropylene*, 813–820. doi:10.1007/978-94-011-4421-6_111
- [18]
- [19] Google. (n.d.). *Handbook of Fiber Chemistry.* Google Kitaplar. <https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=XIIrBgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA139&dq=polypropylene%2Bstaple%2Bfiber%2Bspinning%2Bdrawing>
- [20]
- [21] Martin Brunner, M. K., Chen, J., Fisher, G., Çelen, O., & Journal, I. F. (2021, February 25). *Calcium carbonate enables sustainability in polymer fiber applications: International Fiber Journal.* International Fiber Journal | Fibers, Filaments & Processing Solutions.
- [22] <https://www.fiberjournal.com/calcium-carbonate-enables-sustainability-in-polymer-fiber-applications/>