



**Research /Araştırma**

**Atık Esaslı Fibriller Biyoçözünür Toprak Örtüsü**

Naz KADINKIZ<sup>1</sup>, Muhammet UZUN<sup>1\*</sup>, Zeynep ÇİL<sup>1</sup>

**ÖZET**

Tarımsal faaliyetler, ülke ekonomisi ve kalkınması için önemlidir ancak çevresel yan etkileri oldukça fazladır. Bu zararı en aza indirmek için sürdürülebilir, sorumlu üretim ve tüketim desteklenmelidir. Tarım sektöründe mevcut olarak kullanılan toprak örtüleri ve malçlar petrokimya esaslı sentetik malzemelerden yapılmaktadır. Uzun yıllar doğada çözünmeden var olmaları hem doğaya hem de canlılara zarar vermektedir. Bu çalışmada Narlı ve Vezir tohumlarıyla elde edilen kenevir, muz atıklarından gübre üretilirken açığa çıkan kısa elyaf ve taşıyıcı lif olarak Polilaktik Asit (PLA) biyobozunur lif harmanları ile toprak örtüsü elde edilmiştir. Geliştirilen toprak örtüsünün, toprak nemini optimum seviyelerde tutmaya yardımcı, kuru ağırlığının ortalama 5 katı kadar su veya nemi emme kapasitesinden dolayı geliştirilen kumaşların farklı iklim tiplerinde kullanımı amaçlanmaktadır. Teknik nonwoven yapının yabancı ot büyümesi gibi problemlere de çözüm sunması hedeflenmiştir. Belirtilen özellikler eko-ambiyansı bozmadan sağlanırken biyolojik olarak parçalanıp toprağa karışması sonucu sürdürülebilirlik sağlanır. Optimum yapının oluşturulması için farklı hammadde oranlarında çeşitli yapı tasarım denemeleri yapılarak ilgili temel testler uygulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kenevir, Muz lifi, Sürdürülebilirlik, Tarım, Toprak örtüsü

**Waste Based Fibrillary Biodegradable Soil Mattress**

**ABSTRACT**

Agricultural activities are essential for the country's economy and development, but their environmental side effects are pretty high. Sustainable, responsible production and consumption should be supported to minimize this damage. Soil covers and mulches currently used in the agricultural sector are made from petrochemical-based synthetic materials. Their existence for many years without dissolving in nature harms both nature and living things. This study obtained soil cover with a mixture of hemp, a by-product of banana production, and PLA biodegradable fiber as carrier fiber. A natural non-woven technical fabric has been developed that helps maintain soil moisture at optimum levels and is intended for use in scorching climates due to its capacity to absorb water or moisture up to 5 times its dry weight. The developed non-woven structures are aimed to provide solutions to problems such as weed growth. While the specified features are provided without disturbing the eco-ambiance, sustainability is ensured as a result of biodegradation and mixing with the soil. In order to create the optimum structure, various building design experiments were carried out with different raw material ratios and relevant basic tests were applied.

**Keywords:** Hemp, Banana fiber, Sustainability, Agriculture, Ground cover

<sup>1</sup>Zeynep ÇİL (Orcid ID: 0000-0002-9429-9909), Naz KADINKIZ (Orcid ID: 0000-0003-4654-8111), Muhammet UZUN (Orcid ID: 0000-0001-8669-7686), Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

\*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: \* Muhammet UZUN, e-mail: [m.uzun@marmara.edu.tr](mailto:m.uzun@marmara.edu.tr)

## GİRİŞ

Günümüzde ve nihayetinde gelecekte daha fazla olmak amacıyla üretilen tüm ürünlerde çevreye verilen etkinin en aza indirilmesi, insan sağlığı ve doğa üzerindeki etkisini azaltmayı amaçlayan faktörlere sahip süreç ve malzemelere önem verilmektedir. Ham madde seçiminden uygulamaya, kullanıma, geri dönüşümü ve atık yönetimine kadar tüm süreç boyunca tüm adımlar dikkate alınmaktadır. İnsanın temel ihtiyaçları arasında bulunan gıda ve üretim süreçlerinin kirlilik ve çevresel bozulmalarının azaltılması ile birlikte enerji, su ve diğer kaynakların kullanımında verimli olmak günümüzün temel amaçları arasındadır. Bu amaç doğrultusunda CO<sub>2</sub> emisyonlarını %55 azaltmak 2030 için küresel bir Avrupa hedefidir. Bu nedenle, tarımda çevresel etkileri azaltmak, Avrupa ülkelerinde enerji ve çevre politikalarında bir öncelik haline gelmiştir.

Küresel ısınmayla birlikte iklimlerde gözlemlenen farklılaşmalarla beraber ani sıcaklık değişimleri daha sık yaşanmaya başlamıştır. Bu durumda ekilen bitkiler için toprak ısını korumak gittikçe önemli hale gelmektedir (Olle ve Bender, 2010). Su kaynaklarımızın da gün geçtikçe azaldığı bu dönemde daha akıllı tarım yapmamız gerekmektedir. Bu amaçlar doğrultusunda mevcut tarım stratejilerinde toprak yüzeyinin malçlama sonucu ışık geçirmez materyallerle kaplanması her geçen gün artmaktadır (Kuzucu, 2021). Toprağın malçlanması; meyve üretiminde topraktaki yumuşaklığı ve verimliliği korumak, toprak besinleri ve su için yabancı ot rekabetini azaltmak, toprak sıcaklığı ve nem aşırılıklarını ılımlı hale getirmek, yararlı eklemecaklılar için bir yaşam alanı sağlamak ve toprak erozyonunu en aza indirmek için önemlidir (Ramakrishna, 2006; Jordan, 2010; Bakshi, 2015; García-Díaza, 2017; Manna, 2018).

Petrol bazlı malzemelerden üretilen sentetik malçlar, tarımda yaygın olarak kullanılmaktadır ancak bu malzemelerle ilgili sorunlar canlı malçlara kıyasla artan akış, bertaraf ve depolama endişeleri ayrıca uzun vadeli bir stratejik yönetim olarak 'sertifikalı organik' üretimde kısıtlamaları içerir. Organik ürünlerin tüketimi günümüzde hızla artarken bu genişleyen üretim sistemi için çok az alternatif bulunmakta denebilir (Abouzienna, 2003). Bu durumun önüne geçebilmek için çeşitli doğal malç malzemeleri kullanılmaktadır. Bunlar; saman, birbirinden farklı mahsul artıkları, yaprak döküntüleri, talaşlar, ağaç kabukları, çakıl veya kırma taşlarıdır (Poesen, 1991). Doğal malçların sentetik malçlara göre ekolojik olarak daha avantajlı olsa da bazı malçlamalarda yabancı ot tohumları bulunabilmekte ve süreçte sıkıntı yaratabilmektedir.

Kullanılan toprak örtülerinin fiziksel bir bariyer oluşturması ile ışık geçirgenliğinin önüne geçilmekte ve bu sayede yabancı ot kontrolü sağlanmaktadır (Wilén, 1999; Datta, 2005; Subba, 2015; Manna, 2018). Böylece bitkinin korunumu sağlanarak bitkinin verimliliği büyük oranlarda artırılabilir. Bitki yetiştirilirken büyümenin ilk döneminde görülen erken don, bitki için önemli risk içerir ve bu da tüm tarlalarda önemli hasara neden olabilir. Bu tür riskleri en aza indirmek için tarımsal tekstiller kullanılır ve erken bitki üretiminin doğrudan maliyetini örtüsüz ekime kıyasla %40 ile %124 oranında artırır (Rebarz, 2015).

Bu amaçlar doğrultusunda toprak yüzeyi ince bir plastik filmle kaplanmaktadır (Yao, 2014). Plastik kullanımı gizli ısı akışını azaltır ve toprağa olan hassas ısı akışını artırır. Diğer kaplama türlerine kıyasla daha fazla ısıtma sağlamaktadır (Echer ve ark., 2015). Ancak kullanılan bu petrokimya esaslı malzemeler yüksek verim sağlayan özelliklerinin bulunmasının yanında problemler de yaratmaktadır. Doğada bozulmaları çok uzun yıllar sürmekte ve

bozunmaya başladıklarında da çevreye zararlı kimyasallar yaymaktadırlar (Haifeng Gu, 2021). Bu kimyasallar, gün geçtikçe azalan su kaynaklarımızı kirletmekte ve besin zincirlerine girerek yaşayan canlılar için büyük bir tehlike oluşturmaktadır (Atucha ve ark., 2013).

Çalışma, hedefler doğrultusunda alternatif ürün ile çözüm önerilerine odaklanmaktadır. Çalışmanın temel amacı doğaya birçok yönden zararlı olan petrokimya esaslı sentetikler yerine biyobozunur, çevreye zarar vermeyen, doğada atık bırakmadan yok olabilen doğal hammaddeler kullanmaktır. Bu bağlamda hammadde olarak doğal elyafların kullanılması değerli bir katkı olabilir. Kumaş yapısı oluşturulurken kenevir, muz atık lifi ve PLA' dan yararlanılmıştır.

Kenevir, son yıllarda oldukça artan bir ilgiye sahip yenilenebilir bir malzemedir (Jiangbo Liao, 2020). Kenevir, *cannabinacea* ailesinden tek yıllık bir bitkidir. Kendi türü içerisinde esrar oranı yüksek ve düşük olanlar bulunmaktadır (Hillig, 2005). Esrar oranı düşük olan türler endüstriyel amaçlı kullanılmaktadır (Gilmore ve ark., 2007). Yüksek gövde verimi ve gövdedeki yüksek sak lifi içeriği, genel olarak kenevir lifi (*Cannabis sativa* L.) için önemli özellikler olarak kabul edilmektedir (S.Sankari, 2000). Endüstriyel kenevir, sürdürülebilir bir tekstil lifi kaynağı olarak büyük potansiyele sahip, yüksek verimli, çevre dostu bir lif mahsulüdür (Paolo Ranalli, 2004). Dünyanın en popüler doğal tekstil lifi olan pamuğun aksine, kenevir ekimi çok az su ve böcek ilacı gerektirir (Cherrett, 2005; Vandepitte, 2020). Kenevir bitkisinin hasadı sonrasında saplardan lifler ayrılır. Saplardaki odunsu bölümlerin uzaklaştırılması ile liflerin ortaya çıkartılması hedeflenir. Bu işlem mekanik, çiğde bekletme, havuzlama, kimyasal işlem ve enzim uygulamaları gibi yöntemlerle yapılabilir (Gedik, 2010).

Kenevir liflerinin üretiminde yüksek su tüketiminin olmaması, gübre ve tarım ilacına ihtiyaç duymadan yetiştirilebilmesi gibi nedenlerle toprak ve çevrenin korunmasını amaçlayan organik tarım üretimi için uygunluğunu göz önüne sermektedir. Ek olarak kenevir, ürün rotasyonuna uygun bir bitki olduğundan yabancı otları yok ederek sonraki dönem için ürüne zengin bir toprak yapısı bırakmaktadır.

Muz lifi, bitkinin gövdesinden elde edilen doğal bir sak lifidir (Ravi ve ark., 2015). Muz lifi, muzun hangi kısmından çıkarıldığına bağlı olarak, farklı ağırlık ve kalınlıklarda bir dizi farklı tekstil ürünü yapmak için kullanılabilir (Bulut ve Erdoğan, 2011). Muz bitkisi dönemsel olarak verimin artırılması için gövdesinden kesilir ve bu kısımlar yetiştirilme bölgelerinde gübre olması için atık olarak kullanılır (N. Venkateshwaran, 2011).

Polilaktik asit (PLA), yinelenen laktik asit birimlerinden oluşan alifatik polimerler grubuna giren bir polimerdir. En önemli özelliklerinden biri; mısır, şeker kamışı ve buğday gibi nişasta zengini bitkisel kaynaklardan üretilen biyo-çözünür ve gübrelenabilir (compostable) bir termoplastik polimer olmasıdır. Yenilenebilir kaynaklardan üretilen %100 biyobozunur PLA, doğada 0-2 yıl gibi kısa bir zaman periyodunda kendiliğinden yok olmaktadır. PLA doğada hiçbir tehlike yaratmadan parçalanabilen ve degradasyonu sırasında bulunduğu toprağı kirletmeyen ekolojik bir polimerdir (Ray ve Bousmina, 2005).

İstenilen özelliklere en uygun biçimde örtünün incelik ve gramajında farklılıklar yapılabilmektedir. Yapılan benzer çalışmalara göre örtünün gözeneklilik, yığın yoğunluğu gibi özelliklerine bakılarak bitkinin ve toprağın verimliliğini artıracığı düşünülmektedir (Bengal, 2016; Sarkar ve ark., 2018).

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Kenevir lifleri

Kullanılan kenevir lifleri endüstriyel amaçlı olup yerli Narlı ve Vezir adlı Türk tohumlarından elde edilmiştir. Lifler enzimatik işlemlerini görmüş ve işlenebilir halde Marmara Üniversitesi bünyesinde bizim tarafımızdan temin edilmiştir.

### Muz lifleri

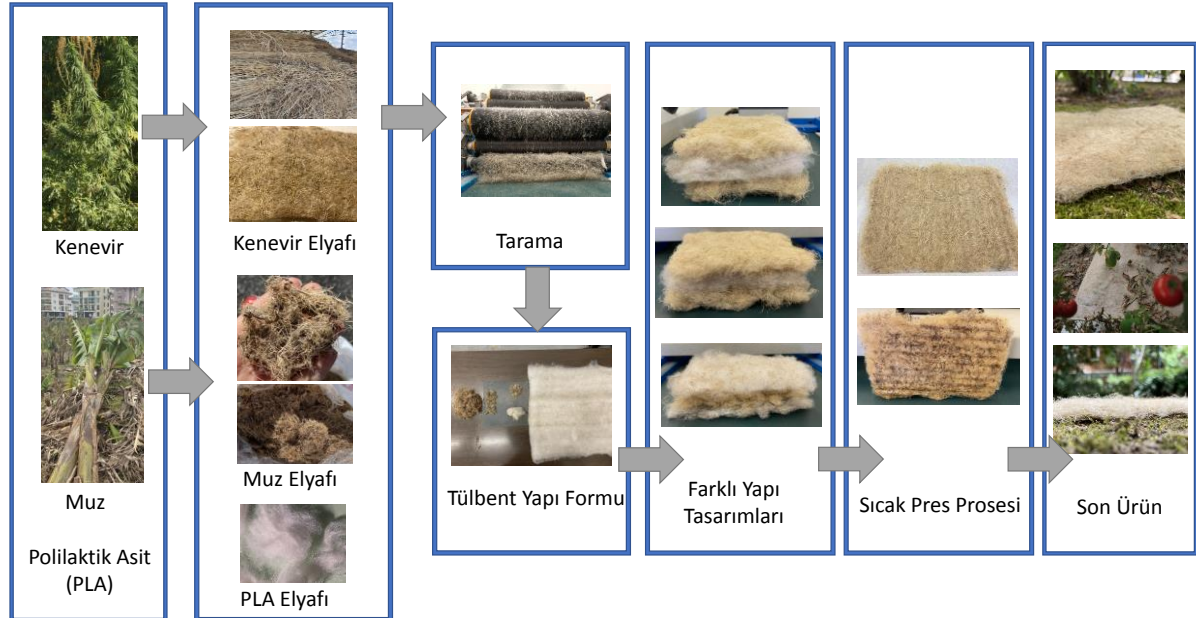
Muz lifleri Alanya bölgesinden lokal olarak temin edilmiştir. Alanya bölgesinde gövde atıklarından gübre elde edilmesi üzerine geliştirilmiş sistemin atık lifleri kullanılmıştır. Kompostlama sürecinde lifler oldukça kısalmış ve belirli noktalarda topakçık haline gelmişlerdir. Muz lifi biyolojik olarak doğada parçalanabilen ve çevreye olumsuz etkisi olmayan, çevre dostu bir lif olarak sınıflandırılır. Muz lifi üretiminin bir faydası da bitki artıklarını geri dönüştürerek, çevreye ve ekonomiye artı değer katmasıdır (Manickam ve ark., 2016; Sivaranjana, 2021).

### Polilaktik asit (PLA) lifleri

Bu çalışmada Polilaktik asit lifleri taşıyıcı elyaf olarak seçilmiştir. Erime sıcaklığının diğer lifler ile uyumlu olması tercih sebeplerinden biridir. PLA hammaddesi Marmara Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünün anlaşmalı olduğu firmalardan temin edilmiştir.

### Nonwoven kumaş oluşumu

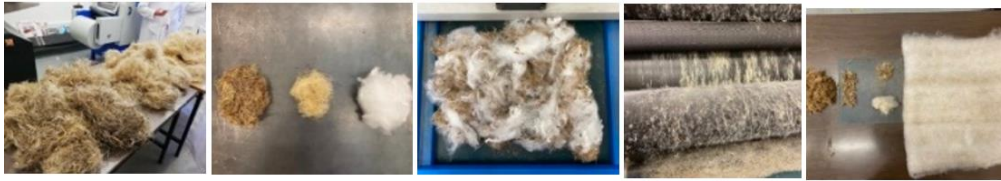
Çalışmadaki numune üretim süreci Şekil 1’de gösterildiği üzere gerçekleştirilmiştir. İlgili testleri yapılan lifler, akış şemasındaki sırayla işlenmiş ve numuneler oluşturulmuştur.



Şekil 1. Yapı oluşumu işlem akışı

## Tarama süreci

Genel tekstil uygulamalarında harmanlama işleminden sonra tarama yapılmaktadır. Tarama işlemi demet halinde beslenen hammaddelerin lif halinde tek tek açılma işlemidir. Şekil 2’ de tarama süreci adım adım verilmiştir. Bu işlemde; kabuk, çekirdek parçaları ve toz gibi yabancı maddeler dışında kısa elyafın da uzaklaştırılması amaçlanmaktadır. Çalışmada kullanılan muz liflerinin bir kısmı, kompostlama sürecinin yan ürünleri olmaları sebebi ile sert topakçıklar halinde tarama işleminden geçmiştir. Bu süreçte taraklar bu kısımları açamamış ve tarama işlemi sonucunda telef olarak ayrılmışlardır. Kısa muz lifleri, telefleri azaltmak için PLA lifleri ile harmanlanarak tarama işlemine sokulmuştur. Kenevir, Muz ve PLA harmanlarından açılan lifler, paralelleştirilerek tülbent haline getirilmiştir.



Şekil 2. Lif Harman ve Tarama Süreci

Sıcak pres işlemi öncesinde numunelerin istenilen özellikleri karşılayabilmesi amacıyla farklı hammadde yüzdeleri ve çeşitli yapı tasarımları planlanmıştır. Burada çalışmadan istenilen sonuçları elde edebilmek amacıyla 3 farklı yapı tasarımı oluşturulmuştur. Çizelge 1’de numunelerin içerdiği hammadde yüzdeleri ve yapı tasarımları gösterilmiştir.

Çizelge 1. Oluşturulan Numunelerin İçerik Oranı ve Yapı Tasarımları

Numuneler	Kenevir Oranı (%)	Muz Lifi Oranı (%)	PLA Oranı (%)	Yapı Tasarımı
Numune 1	25	25	50	
Numune 2	75	12.5	12.5	
Numune 3	75	12.5	12.5	
Numune 4	60	20	20	
Numune 5	60	20	20	

## Sıcak pres süreci

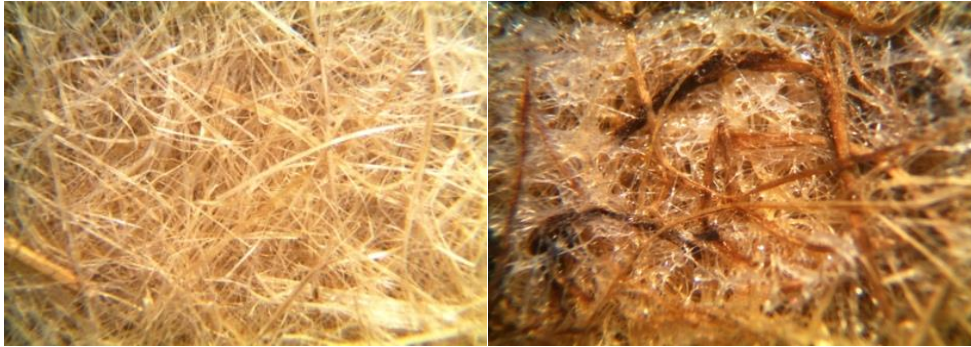
Şekil 3’te farklı harman ve yapı kombinasyonlarından oluşmuş yüzeyler, sıcak pres ile PLA liflerinin eriyik haline gelmesi sonucu diğer liflere tutunmuş ve yapı sabitlenmesi sağlanmıştır. Bu uygulama ile yüzeylerin sıcaklık karşısında fikse işlemi sağlanmış olmaktadır. Kullanım süresince minimum boyutsal değişim kullanım verimliliği için önemlidir.





Şekil 3. Numunelerin Yapı Tasarımları ve Preslenmiş Görüntüsü

Şekil 4'te Numune 5 ve Numune 3'ün sıcak pres sonrası OLYMPUS SZ-PT marka kumaş mikroskobu ile elde edilen görüntüleri verilmiştir. Numune 5' de yüzey yapı görünümünde herhangi bir PLA eriğinin olmadığını ancak Numune 3'te PLA liflerinin erime sıcaklığına ulaşmasıyla yüzeyi kapladığı gözlemlenmiştir. PLA eriğinin yapı mukavemet değerleri üzerindeki etkisine ilerleyen aşamalarda bakılmıştır.



Şekil 4. Sıcak pres sonrası numune görüntüleri; Numune 5 ve Numune 3

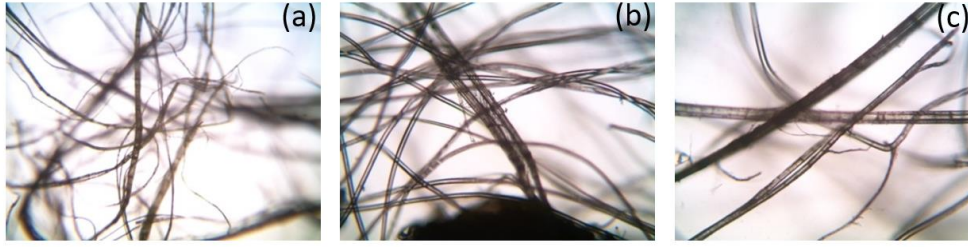
## BULGULAR VE TARTIŞMA

Numuneler 24 saat boyunca standart atmosferde,  $20 \pm 2$  °C sıcaklıkta,  $65 \pm 4$  % bağıl nem şartlarında kondisyonlanmış ve gerekli testler bu koşullarda gerçekleştirilmiştir.

### Elyaf Özelliklerinin Değerlendirilmesi

#### Lif görüntüleri

Şekil 5 OLYMPUS CH-2 marka cihazda 40 kat yakınlaştırma ile çekilmiştir. Verilen lif görüntüleri nonwoven kumaşa kullanılan yapıların genel yapısını vermektedir.



Şekil 5. Mikroskopik Lif Görüntüleri; a- Kenevir Lifi, b- Muz ve PLA Lifi, c- Kenevir, Muz ve PLA Lifi

### Ortalama lif uzunlukları

Kenevir liflerinin uzunluğu, ASTM D 1577-96 yöntemine göre ölçülmüştür. Sonuçlar için en az 100 lif numunesi ölçülmüştür.

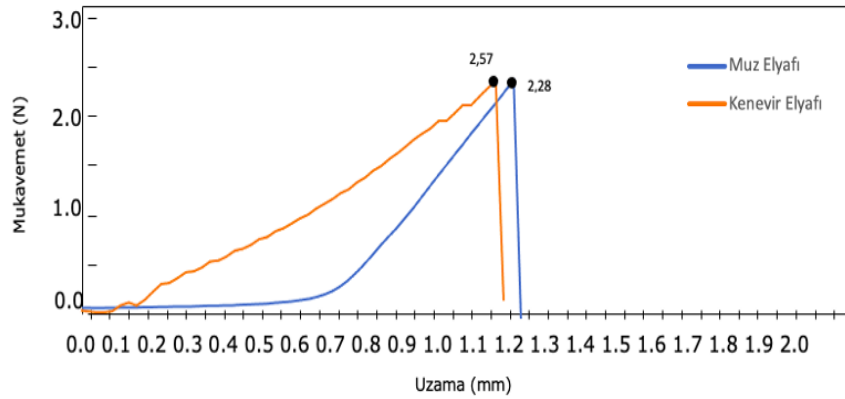
Çizelge 2. Kullanılan Liflerin Ortalama Uzunlukları

Kullanılan Lifler	Ortalama Lif Uzunlukları (cm)
Kenevir	4.68
Muz	3.42

### Lif mukavemet testi

Çizelge 3. Lif Mukavemet Testi Sonuçları

	Kopma Standartında Uzama (mm)	Kopmadaki Çekme Gerinimi (%)	Maksimum yük (Newton)
Kenevir Elyafi	1.231	8.439	2.579
Muz Elyafi	1.265	8.215	2.283



### Lif nem çekme testi

Tekstil liflerini önemli özelliklerinden biri de belli sıcaklık ve bağıl rutubette su absorplama yeteneğidir. Absorplanan nem miktarı elyafın türüne ve bulunduğu ortamın rutubetine göre değişiklik göstermektedir.

105 °C' lik etüvede 1 saat süreyle sabit bir ağırlık elde edilinceye kadar kurutulur. Sonra desikatöre alınır, soğutulur ve tartılır. Etüve konulan ağırlık ile son ağırlık arasındaki farkın % olarak ifadesi lif örneğinin nemini gösterir.

**Çizelge 4.** Kullanılan Liflerin Nem Testi Sonuçları

Kullanılan Lifler	Bağıl Nem (&)	Mutlak Nem (%)
Kenevir	7.466	8.073
Muz	7.912	8.591

## Kumaş Özelliklerin Değerlendirilmesi

### Kumaş gramaj ve mukavemet değerleri

Numunelerin gramaj değerleri ASTM D 3776 standardına, kalınlık tayini TS EN ISO 9073-2 standardına uygun olarak bulunmuştur. Numunelere toplamda 10'ar kez uygulanan testin sonuçları aritmetik ortalama ile hesaplanmıştır. Instron Evrensel Çekme Test Cihazında uygulanan çekme mukavemeti tayini ASTM D1682-64 standart test yöntemi izlenerek bulunmuştur.

**Çizelge 5.** Üretilen Numunelerin Ortalama İncelik, Gramaj ve Çekme Mukavemet Değerleri

Numuneler	Ortalama İncelik Değerleri (mm)	Kumaş Gramaj Değerleri [g/m <sup>2</sup> ]	Kumaş Mukavemeti [cN.(tex <sup>-1</sup> )]
Numune 1	4.3	499	1.421
Numune 2	4.89	648	1.617
Numune 3	5.04	562	2.182
Numune 4	4.75	559	1.846
Numune 5	3.96	487	1.387

Elde edilen numunelerde incelik ve gramaj değerlerini etkileyen değişkenlerden birinin kat yapısı olduğu düşünülmektedir. Elde edilen numunelere bakıldığında 2 ve 3 numaralı numunelerin içerik oranları aynı iken tercih edilen yapı dolayısı ile Numune 3' ün daha mukavemetli olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebi dış yüzeydeki eriyik PLA'nın kumaş yapısını sabitlemesi olabilir. Numunelerdeki kenevir oranı ile çekme mukavemetinin doğru orantılı olduğu keşfedilmiştir. Öte yandan kullandığımız muz liflerinin kompostlama ve tarama süreçleri sonunda oldukça kısa olması, kenevir ve PLA'nın sağladığı mukavemet değerlerini olumsuz etkilediği ortaya çıkmıştır. Ayrıca bazı numunelerde sıcak preste PLA'nın yanması lif özelliklerine zarar verebileceğinden mukavemet değerlerinde bazı farklı sonuçlar doğurabileceği ön görülmektedir.



### Hava geçirgenlik testi sonuçları:

Hava geçirgenlik testi TS 391 ISO 9237 standardına uygun olarak yapılmıştır. Bir kumaşın hava geçirgenlik özelliği; elyaf, iplik ve yapı formu ile etkilenmektedir. Kumaşın hava geçirgenlik özelliği neme karşı korunumu bakımından da oldukça önemlidir.

**Çizelge 6.** Üretilen Numunelerin 25Pa Basınç Altında Hava Geçirgenlik Değerleri

Numuneler	Hava geçirgenlik değerleri [L.(dk <sup>-1</sup> )]
Numune 1	24
Numune 2	17
Numune 3	24
Numune 4	23
Numune 5	25

Kumaş ağırlığının artmasıyla hava geçirgenlik değerinin düştüğü görülmektedir. Bunun nedeni kumaş numunelerinin ağırlıklarının artmasıyla daha kompakt bir yapı kazanması sonucu kumaş içerisinden geçen hava akımına direnmeyi sağlamasıdır. Bu davranış, dokunmamış kumaşın az gözenekliliği ve kalınlığı nedeniyledir.

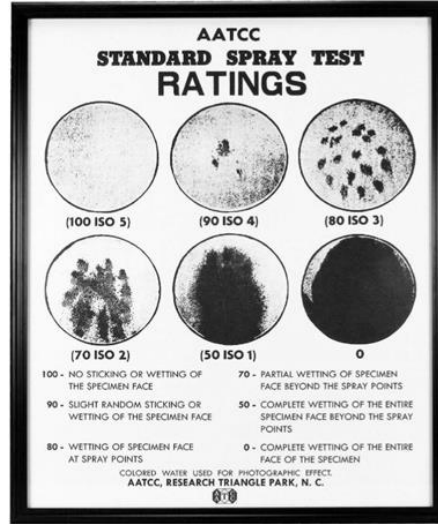
Öte yandan sıcak pres işlemi esnasında eriyen PLA liflerinin hava geçirgenliği azaltabileceğini fakat oldukça düşük miktarlarda tercih edildiğinden bu durumun sonuçlarda çok büyük bir değişikliğe sebep olmadığı gözlemlenmiştir. Kullanılan muz liflerinde taranamayan topçukların çoğunlukla bulunduğu bölgelerde kumaş hava geçirgenliğinin azaltabileceği ama bu bölgelerin 1 cm<sup>2</sup>'den fazla olmaması ve kumaş genelinde çok fazla bulunmamasıyla hava geçirgenliğini çok fazla etkilemeyeceği ön görülmektedir.

Farklı yapı tasarımlarının sıcak presleme sürecine giren numuneler üzerinde farklı hava geçirgenlik değerleri sağladığı düşünülmektedir. Numune 2 ve Numune 3'ün içeriklerinin aynı olması fakat yapısal özellikleri sebebi ile farklı hava geçirgenlik değerlerine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Numune 2'de kenevirlerin dış yüzeyde yer alması sebebi ile hava tutumunda daha iyi özellikler gösterdiği düşünülmektedir.

### Islanabilirlik (yağmur test yöntemi) testi

Islanabilirlik Testi AATTC 35 standardına uygun olarak şiddetli yağmurda havaya maruz kalan kumaşların su geçirmezliğini simüle etmektir. Numune 3 ve Numune 5'te 70 ISO 2; Numune 1,2 ve 4'te ise 50 ISO 1 sonuçları alınmıştır.

Numune 3 ve Numune 5' in teste maruz kalan yüzeylerinde PLA liflerinin yüzeyi örterek ıslak kalabilecek noktaların azalmasına yol açması sebebi ile benekli bir ıslaklık durumu gözlemlenmiştir. Kenevirden dış yüzeye sahip diğer numunelerde daha ıslak bir yüzey görünümü gözlemlenmiştir. Numune 1 ve Numune 2'nin harman değerlerindeki farklar sonucu etkilememiş, burada suyun temasta olduğu yüzey liflerinin sonucu daha fazla etkilediği düşünülmüştür.



Şekil 6. Islanabilirlik Testi Standartları

### Su emme kapasite testi

Su emme kapasite testi TS 866 numaralı standart esas alınarak yapılmıştır. Her numune için on ölçüm yapılmış ve ölçümlerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Su emicilik testi için her bir kumaştan beş adet numune hazırlanmış ve ağırlıkları ölçülerek kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir. Bir dakika süre ile oda sıcaklığında suyun içerisinde bekletilen numunelerin üzerindeki fazla suyun uzaklaştırılması için üç dakika süre ile asılmıştır. Ölçülen sonuç yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir.

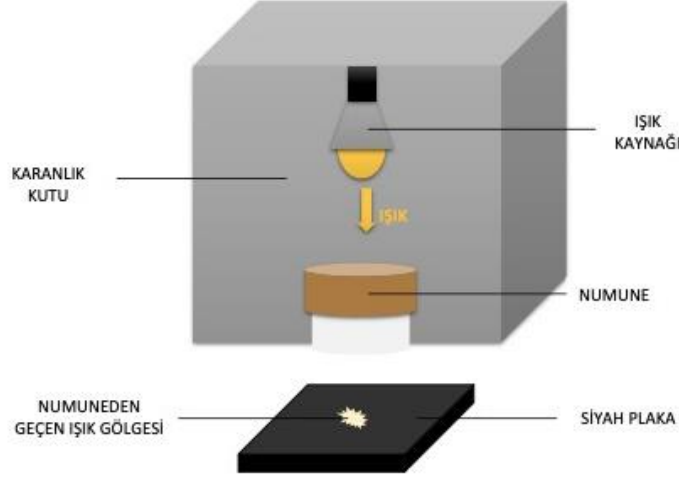
Çizelge 7. Üretilen Numunelerin Su Emme Kapasite Değerleri

Numuneler	Kuru Ağırlık (g)	Yaş Ağırlık (g)	Su Emme Kapasitesi (%)
Numune1	5.04	15.17	200.992
Numune2	6.47	36.89	470.170
Numune3	5.68	33.05	481.866
Numune4	3.61	15.25	322.437
Numune5	4.69	29.59	530.916

Dokunmamış kumaş numunesinin su tutma yüzdesinin oldukça yüksek olduğu sonuçlardan açıkça görülmektedir. Bunun nedeni dokunmamış kumaşta bulunan gözeneklerin sayısının doğal yapısı nedeniyle oldukça yüksek olmasıdır. Ayrıca nonwoven kumaş, kalınlığı nedeniyle hacimlidir. Bu sonuç hava geçirgenlik çalışmaları ile ilişkilendirilebilir olup ileride yapılabilecek benzer çalışmalarda detaylı olarak incelenebilir. Elde edilen sonuçlara dikkat edildiğinde su emme oranının kumaş içerisindeki kenevire göre etkilendiği görülmektedir. Öte yandan PLA'nın nem çekmesinin yok denecek kadar az olmasından kaynaklanacak sorunların önüne geçebilmek için PLA olabildiğince az oranlarda kullanılmıştır. Numune 2 ve 3, en yüksek kenevir oranına sahip olduğundan oldukça iyi bir su emme oranına sahiptir. Numune 1 ise en düşük kenevir oranına sahip olmasıyla birlikte oldukça düşük bir sonuç elde edilmiştir. Numune 5'teki yüksek sonucun sebebi ise yüksek kenevir oranının dışında hava geçirgenliğindeki gibi kumaş inceliğinin etkili olduğu düşünülmektedir.

### **Işık geçirgenlik testi**

Işık geçirgenlik testi kumaşın gün ışığı altında geçirgenlik özelliklerini test etmek amacıyla test düzeneği bizim tarafımızdan oluşturulan in-House bir testtir. Dışarıdan ışık geçirmeyen bir kutu içerisinde gün ışığını taklit etmek amacıyla D65 ve D5000 aydınlatma kaynağı kullanılmıştır. Numunelerden geçen ışığın siyah plaka üzerine yansıyan miktarının gözlemlendiği bir testtir.



**Şekil 7.** Kumaşın Işık Geçirgenlik Özelliklerinin Değerlendirilmesi için Ölçüm Düzeneği

Numunelerin gözenekli olmaları, ışık geçirgenliğini arttıran bir özelliktir. Bu nedenle hava geçirgenliği düşük olan ve kalın olan numunelerin ışık geçirgenliği daha düşüktür. Bu durum görsel olarak analiz edildiğinde ışık şiddeti kaynaklı ton farkları gözlemlenmiştir. Kumaşın nemli olması ışık geçirgenliğini azaltmaktadır. Kumaşın nemlenmesi liflerin şişmesine neden olur ve doku yapısı kuru duruma göre daha sıkılaşır. Dolayısıyla nemli numunelerde gözenekler daha kapalıdır. Işık teması ve sıcaklık yansıma değerleri farklı test metotlarıyla analiz edilmesi çalışmanın devamında yapılacaktır.

### **SONUÇ**

Çalışma için geliştirilen birden fazla numuneye yapılan testler incelenmiş ve gerekli değerler bulgular kısmında belirtilmiştir. Bu değerler içerisinde özellikle odaklanılan hava geçirgenlik değerinin oldukça yüksek olması ve ışığı geçirmemesi kumaşta istenen özelliklerin gerçekleştirilebileceği üzerine önemli bulgulardandır.

Öte yandan örtünün; bitki, toprak ve çevre üzerindeki uzun vadeli etkisi bulunduğumuz aşamada gerekli zamanın uzun süreçlere yayılmasından dolayı bilinmemektedir. Literatürde henüz üzerine çalışılmamış olan farklı hammaddelerden elde ettiğimiz örtü, Türkiye'deki sürdürülebilir agrotekstil çalışmaları için bir başlangıç olup ilerleyen süreçte daha farklı hammaddeler ile çalışılabileceği düşünülmektedir.

### **TEŞEKKÜR**

Bu çalışma, TÜBİTAK 2242 Üniversite Öğrencileri Araştırma Proje Yarışmaları tarafından desteklenmiştir.

## KAYNAKLAR

- A Sarkar, N. S., 2018. Influence of jute agro textiles on improvement of broccoli productivity in inceptisols. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(1), 1451-1454.
- Amaya Atucha, I. A., 2011. Long-term Effects of Four Groundcover Management Systems in an Apple Orchard. *HortScience*, 1176–1183.
- Amaya Atucha, I. A., 2013. Soil erosion, runoff and nutrient losses in an avocado (*Persea americana* Mill) hillside orchard under different groundcover management systems. *Plant Soil* , 393–406.
- Andrés García-Díaza, R. B., 2017. Nitrogen losses in vineyards under different types of soil groundcover. A field runoff simulator approach in central Spain. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 256–267.
- Bakshi, P. W., 2015. Sustainable fruit production by soil moisture conservation with different mulches: a review. *African Journal of Agricultural Research*, 10(52), 4718–4729.
- Bengal, E. U., 2016. Efficient use of jute agro textiles as soil conditioner to increase chilli productivity on Inceptisol of West Bengal. *Journal of Soil and Water Conservation*, 15(3), 242-245.
- Bhatnagar Ravi, G. G., 2015. A Review on Composition and Properties of Banana Fibers. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 6(5), 49-52.
- Cherrett, N. B., 2005. Ecological footprint and water analysis of cotton, hemp and polyester. *Stockholm Environmental Institute*.
- Datta, M. S., 2005. Jute agro-textiles—its uses in agriculture. Resource documents. *ICAR Research Complex for NEH Region, Tripura Centre, Lembucherra-779 210 Tripura*. <http://tripuraicar.nic.in/publication/agriculture%2002/jute%20agrotexile.pdf> adresinden alındı
- Echer, M. M., Klosowski, E. S., Guimarães, V. F., 2015. Agronomic performances of Pak Choi grown with different soil cover. *Horticultura Brasileira*, 33(2), 261-266. doi:10.1590 / s0102-053620150000200020
- F.J.S. Salas, C. M., 2008. Evaluación Del Cultivo Protegido Por Agrotexil En La Cultura De. *Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal*, 75(4), 437-442.
- Gedik, G. A., 2010. Kenevir lifinin özellikleri ve tekstil endüstrisinde kullanımıyla sağladığı avantajlar. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 39-48.
- Haifeng Gu, H. G., 2021. A new method for the treatment of kitchen waste: Converting it into agronomic sprayable mulch film. *Waste Management*. pp. 527-535.
- Hillig, K., 2005. Genetic evidence for speciation in Cannabis (Cannabaceae). *Genetic Resources and Crop Evolution* , 52, 161-180.
- Jian Duan, Y.-J. L.-J.-H., 2019. Role of groundcover management in controlling soil erosion under extreme rainfall in citrus orchards of southern China. *Journal of Hydrology*. içinde Jiangxi, PR China: Journal Pre-proofs.
- Jiangbo Liao, S. Z., 2020. Sound Absorption of Hemp Fibers (*Cannabis Sativa* L.) Based Nonwoven Fabrics and Composites: A Review. *Journal of Natural Fibers*, 1-13.
- Jordan, A. Z., 2010. Effects of mulching on soil physical properties and runoff under semi-arid conditions in southern Spain. *Catena*, 81(1), 77-85.
- Kuzucu, M., 2021. Importance of Mulching In Dry Agricultural Areas For Soil Moisture Storage. *International Journal of Environmental Trends (IJENT)*, 5 (1),16-27.
- Manna, K. K., 2018. Effect of nonwoven jute agrotexile mulch on soil health and productivity of broccoli (*Brassica oleracea* L.) in lateritic soil. *Environ Monit Assess*, 190(82).
- Margit Olle, I. B., 2010. *The Effect Of Non-Woven Fleece On The Yield And*. Jogeva Plant Breeding Institute, J. Aamisepa 1 Jõgeva alevik 48309 Estonia.
- Mohammad Billal Hossain, B. H., 2017. Investigation of Spinnability of Banana Fibers through Yarn Formation Along with Analysis of Yarn Properties. *American Journal of Engineering Research*, 6.1, 322-327.
- N. Venkateshwaran, A. E., 2011. Effect of fiber length and fiber content on mechanical properties of banana fiber/epoxy composite . *Journal of Reinforced Plastics and Composites*.
- P. Sivaranjana, V. A., 2021. A brief review on mechanical and thermal properties of banana fiber based hybrid composites. *SN Applied Sciences volume 3*, 176 .
- Pain, D. D., 2013. Efficient use of geotextiles as soil conditioner to increase potato productivity on inceptisols of West Bengal. *Journal of Soil and Conservation*, 12(2), 103-107.
- Paolo Ranalli, G. V., 2004. Hemp as a raw material for industrial applications. *Euphytica volume* , 1-6.
- Ramachandran Manickam, S. B., 2016. Experimental Study of Bamboo using Banana and Linen Fiber Reinforced Polymeric Composites. *Perspectives on Science 8(C):313—316*.
- Ramakrishna, A. T., 2006. Effect of mulch on soil temperature, moisture, weed infestation and yield of groundnut in northern Vietnam. *Field Crops Research*, 95(2-3), 115-125.
- Ray S.S., B. M., 2005. Biodegradable Polymer/Layered Silicate Nanocomposites. *Progress in Materials Science*, 50(8).
- Reşbarz, K. B., 2015. Effects of Cover Type and Harvest Date on Yield, Quality and Cost-Effectiveness of Early Potato Cultivation. *American Journal of Potato Research*, 92(3), 359–366.

- Rekika, D. S., 2008. Row Covers Reduce Insect Populations and Damage and Improve Early Season Crisphead Lettuce Production. *International Journal of Vegetable Science*, 15(1), 71-82.
- S.Sankari, H., 2000. Comparison of bast fibre yield and mechanical fibre properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) cultivars. *Industrial Crops and Products*, 11(1), 73-84.
- Sanjay M. R., A. G., 2016. Applications of Natural Fibers and Its Composites: An Overview. *Natural Resources*, 7, 108-114.
- Simon Gilmore, R. P., 2007. Organelle DNA haplotypes reflect crop-use characteristics and geographic origins of *Cannabis sativa*. *Forensic Science international*, volume 172, Issues 2-3, 179-190.
- Subba, R., 2015. Study on microbial population in rhizosphere under different agro-textile mulches in vegetable production system. *M. Sc. Thesis, Integrated Rural Development and Management Faculty Centre, Ramakrishna Mission Vivekananda University, Narendrapur, West Bengal, India.*, 46.
- Ulaş, E. 2018. Gerçek Köye Dönüş Projesi: Kenevir. (H. Bahtiyar, Dü.) *Hiperlink Yayınları*.
- Vandepitte, K. V., 2020. Hemp (*Cannabis sativa* L.) for high-value textile applications: The effective long fiber yield and quality of different hemp varieties, processed. *Industrial Crops & Products*.
- Wilén, C. A., 1999. Mulches and subirrigation control weeds in container production. *Journal of Environmental Horticulture*, 17(4), 174-180.
- Yao, Z. D.-B. (2014). Water-saving ground cover rice production system reduces net. *Biogeosciences*, 11(22), 6221-6236. doi:10.5194/bg-11-6221-2014
- Yasemin Bulut, Ü. H., 2011. Selüloz Esaslı Doğal Liflerin Kompozit Üretiminde Takviye Materyali Olarak Kullanımı. *The Journal of Textiles and Engineer*, 18(82), 26-35.
- Yong, L. H., 2000. Study on the effect of jute geotextile on rime growth. *Journal of Scientia Agricultura Sinica*, 33(3), 103-105.