

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Techno-Empedokles

PROJE ADI: Zeytin Pirinasından Doğa Dostu Ambalaj Malzemesi Üretimi

BAŞVURU ID: 317757

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Artan nüfus ve buna bağlı olarak kentleşme hızının artması, birçok çevresel soruna sebep olmaktadır. Çevresel sorunların başında ise atık yönetiminin yetersiz olması ve yerinde olmaması gelmektedir. Atıkların güvenli şekilde bertarafı veya geri dönüşümünün yetersiz bilgi, teknolojik ve ekonomik imkanlar dahilinde sınırlı kalması, depolama sorunlarına ve çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Dünya üzerinde toplam atık miktarının %46'sını organik atıklar oluşturmaktadır. Organik atıklar plastik, metal, kâğıt vb. atıklara göre geri dönüşümü daha kolay ve katma değeri daha yüksek atıklardır. Son zamanlarda ise plastik ve plastik bazlı ürünlerin çevre kirliliğini arttırması ile birlikte çevre bilinci de önemli oranda artış göstermiştir. Bu ilerleyen dönemde bilim insanlarının üzerinde durduğu en önemli konuların başında atık veya geri dönüşümü olmayan maddelerin hammadde olarak çevreye, insan hizmetine geri kazandırılması, doğada çözünmeyen maddelerin yerine çözünebilir ürünlerin üretilmesi ve bitki türlerine fayda sağlanması gelmektedir. Biz ekip olarak piyasadaki bu amaca hizmet eden ürünlerin dezavantajını ve ticari bir ürün olarak yaygın kullanılamama sebeplerini araştırıp bu sebepleri en aza indirebileceğimiz bir proje geliştirmeye çalıştık. Bu projemizde zeytinyağı üretiminde yan ürün olarak meydana çıkan zeytin posasının katı hali olan kuru pirinayı kullanmış bulunuyoruz. Ülkemiz dünyanın en büyük zeytinyağı üreticileri arasında bulunduğu için doğal olarak pirina ülkemizde çokça bulunmaktadır. Pirina çeşitli işlerde kullanılabilir (Soba yakacağı vb.). Tamamen atık olan bu yan ürünü yine sürdürülebilir bir hammadde olan deniz yosunundan üretilmiş agar agar tozu gibi maliyetinin düşük olduğu bir film ile bir araya getirerek piyasadaki muadillerine göre maliyetini düşürmek aynı zamanda kuru pirina tozunun olumlu özelliklerini kullanarak aynı tip ürünlere göre fiziksel avantaj elde etmeyi amaçlıyoruz. Gıda saklanması ve korunmasında avantajı olan antioksidan özellikler göstermesi beklenen filmin toprağa gömülmesinin ardından bitkilerin ve toprağın beslenmesine etkisini test edip yararlarını kontrol etmeyi hedefliyoruz.

Tablo 1.1. Kuru Zeytin Pirinası Besin İçerik Tablosu [1],[2]

BİLEŞENLER	MİKTAR (%)
Enerji (kcal/kg KM)	1189
Kuru Madde	88.7
Ham Yağ	4.32
Ham Protein	7.35
Ham Selüloz	40
Ham Kül	6.6
Hemiselüloz	15.88
Azotlu Bileşikler	4.4
Ekstrakte Edilebilen ve N İçermeyen Bileşikler	20
Organik Madde	88.57
Diğer Bileşikler	11.5

2. Problem/Sorun

Dünyada fosil yakıtların tükenmekte olması ve önemli hava kirliliğine neden olmaları sebebiyle yenilenebilir enerji kaynağı arayışları hızlanmıştır [3]. Dünyada yıllardır süregelen çevre kirliliğinin içeriğinde başı çeken atık plastikler ekosistemin dengesini bozmakta ve doğal yaşamı tahrip etmektedir. Uzun yıllar çözünemeyen bu plastikler çeşitli dış etkilerle fiziksel olarak bölünmekte mikroplastik diye adlandırdığımız 5 milimetreden daha küçük parçaları oluşturmaktadır [4]. Bu mikroplastik diye adlandırdığımız küçük parçalar yediğimiz yiyeceklerin ve kullandığımız ürünlerin yanı sıra soluduğumuz havayla insan vücuduna girmekte ve insan sağlığını etkilemektedir. Mikroplastiklerin vücuda alınmasının insan kromozomlarında olası değişiklikler göstererek kısırlığa, obeziteye, böbrek hastalıklarına ve kansere neden olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda özelliklerini saydığımız bu mikroplastikler küçük boyutlarından dolayı organlarda tıkanmaya, birikmeye, iltihaplanmaya ve çeşitli hastalıklara neden olduğu için çok çeşitli mikroorganizmalar ile etkileşime girebilmektedir [5]. İnsan sağlığına verdiği büyük zararlar ile birlikte petrol esaslı plastikler yaşadığımız çevreyi oldukça yoğun bir şekilde tahrip etmektedir. Anlattıklarımıza en büyük ve en güzel örneği okyanuslarımızda oluşan devasa plastik çöplüğü olarak verebiliriz. İçerisinde birçok canlının yaşadığı, insanlık için vazgeçilemez oksijen kaynağı olan okyanuslarımızda ‘‘Yedinci Kıta’’ olarak isimlendirilen 3.5 milyon kilometre çapında ve 7 milyon ton ağırlığında plastik kütlesi bulunmaktadır [6]. Bazı yapılan araştırmalarda şu anki verilere göre okyanus diplerinde 14.5 milyon ton mikroplastik olduğu dolayısıyla okyanus diplerinin yüzeylerinin yüzeylerine göre daha fazla mikroplastik içerdiğini ortaya koymuştur [7]. Deniz ve okyanus diplerindeki bu yoğun kirlilik kolaylıkla deniz canlılarının vücutlarına girmektedir. Deniz canlılarının mikroplastikleri vücutlarına alması ve daha sonra insan vücuduna geçmesiyle direkt olarak insanları etkilemesinin yanı sıra dünyadaki oksijen üretiminin %70’ini sağlayan denizel bitkiler ve planktonların plastikleri yemesi ve bunun sonucunda ölmesiyle insan yaşamı dolaylı olarak da etkilenmiştir [8]. Son zamanlarda ise tüketicilerin bazı kesimleri bilinçlenip bu durumdan rahatsızlık duydukları için plastik alımı ve kullanımını azaltıp farklı alternatif yollar denemektedir. Ancak bu alternatif çözümler, petrol esaslı plastiklere kıyasla oldukça maliyetli ve kullanımı da çok azdır. Petrol esaslı plastikler hem maliyet hem de kullanım kolaylığı sebebiyle bir noktada hayatımızda vazgeçilmez bir ürün haline gelmiştir. Bu sebeplerden dolayı alternatif olarak olabildiğince az maliyetli, esnek, kullanılabilirlik ve hijyen bakımından günümüzde kullanılan plastiklere benzer ancak doğada bozunabilen (biyobozunur) çevre dostu plastikler üretilmelidir.



Şekil 2.1. Denizlerde birikmiş plastik çöp yığınları

Şekil 2.2. Karada biriken plastik atık tepeleri

3. Çözüm

Biz ekip olarak, yaklaşık 7.5 milyar insanın içinde yaşadığı bu gezegenimizde çevreye ve insanlığa oldukça zararı dokunan fakat bir o kadar hayatımızın her noktasında ve neredeyse her yerde bir parçamız haline gelen plastikler için alternatif yollar aramanın peşindeyiz ve geliştirdiğimiz ürünün en iyi çözüm yollarından birisi olduğu kanısındayız. Bu projemizde çevreye zarar vermeden, aynı

zamanda konforumuzdan ödün vermeden kuru pirina gibi doğal bir atıktan biyobozunur ambalaj malzemesi üretmeyi hedefliyoruz. Böylelikle hali hazırda atık olan bir ürünü değerlendirirken ürün maliyetini düşürmek ve de pirinanın agregat stabilitesi, antioksidanlığı, fenolik bileşiklerce zenginliği ve lignince bolluğu gibi özelliklerinden yararlanmayı amaç ediniyoruz. Bu ambalaj malzememizi üretirken film olarak bitkisel jelatin olarak bilinen gıda jelatininin ham maddesi olan agar agarı kullanmaktayız. Agar agarı kullanmamız sayesinde homojen, esnek bir film elde etmeyi ve polimer olarak da kullandığımız gliserin ile esnekliği arttırmayı hedefliyoruz. Bu üretim sayesinde günümüzde var olan biyobozunur ambalaj malzemesi muadillerine göre daha işlevsel (antioksidan özellik, fenolik bileşiklerce zenginlik, agregat stabilitesi yüksek, gömüldüğü bitkiye gübre olan ve besleyen, ayrıca agregat stabilitesi yüksek olduğu için su tutma kapasitesi de yüksek) bir ürün meydana getirmeye ve şu anda kullandığımız petrol esaslı plastıklere güçlü bir rakip oluşturmayı hedef edinmekteyiz.



Şekil 3.1. Pirinalı film denemesi



Şekil 3.2. Pirinasız film denemesi

4. Yöntem

Pirina, zeytinyağı üretim teknolojisinde zeytinin santrifüj veya diğer yöntemler uygulanarak elde edilen posaya denilir. Santrifüjleme de 2 ve 3 fazlı olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Biz ise pirina üretiminde daha çok 3 fazlı yöntemi kullanmaktayız. Bu yöntemde zeytinyağı, zeytin posası ve karasu elde edilmektedir [9]. Bizim projemizde kullandığımız kuru pirina (yağı alınmış) ise zeytin posasından elde edilmektedir. Zeytin posasında bir miktar daha yağ bulunduğu için ilk olarak bu yağı almamız ve kuru pirina elde etmemiz gerekmektedir. Zeytin posasında (küspeğinde) %6-8 oranında yağ vardır. Bunu ise ekstraksiyon yöntemi (hekzan) veya santrifüj yöntemleri kullanılarak yağı alınır (Pirina yağı). İşlemler tamamlandıktan sonra bizim hammaddemiz olan kuru pirina elde edilmiş olur. [10]. Elde edilen bu kuru pirina daha da küçültülerek değirmende veya öğütücülerde öğütülür [Şekil 4.1.]. Daha sonra elde edilen kuru pirina tozu tanecik boyutu analizine tabi tutulur [Şekil 4.2.]. Yapılan analiz sonuçlarında tanecikler <400 µm boyutunda genellikle homojen yapıda çıkmıştır [Şekil 4.3.]. İşlemlerde ilk olarak agar agar tozu, gliserin ve su kullanılarak bir çözelti elde edilmiştir. Elde edilen bu çözelti 95 derecede yaklaşık olarak 25-30 dakika karıştırılmıştır. Bu işlem sonucunda çözünen çözeltiye kuru pirina tozları eklenerek tekrar aynı sıcaklıkta karıştırılmaya devam edilmiştir. Karıştırdığımız çözelti 75-80 derecelere düşünce petri kabına aktarıldı veya daha iyi plastik görünümü vermesi için yağlı kağıtlara dökülerek merdane ile üzerinden geçildi. Bu işlemler yapıldıktan sonra soğutmalı etüve koyularak film elde edildi. Kuru pirina tozu içermeyen formüllerin biyopolimer konsantrasyonu değiştirilerek farklı özelliklere sahip filmler elde etmeyi başardık [Şekil 4.4.]. Ürettiğimiz, malzemesine uygun kalınlıkta ve esneklikte film denemesi için optimizasyon yapılacaktır. Agregat stabilitesi yüksek, fenolik bileşiklerce zengin ve antioksidan özellik göstermesi beklenen

filmlerin testleri ile doğrulanması da yapılacaktır. Ayrıca filmlerin toprakta biyobozunurluklarını gözlemlemek amacı ile toprağa gömme testi yapıldı [Şekil 4.5.] ve çim denemesi ile doğal malzemelerden oluşan bir ürünün bitkiyi ve toprağı ne kadar beslediğine dair bilgiler elde edilecektir.



Şekil 4.1. Waring Blender



Şekil 4.2. Tanecik boyutu analiz cihazı



Şekil 4.3. Kuru pirina tozu



Şekil 4.4. Kuru pirina içermeyen film denemeleri



Şekil 4.5. Pirinalı ve Pirinasız elde ettiğimiz ambalaj malzemelerinin toprağa gömme testi (Her iki bölmede de aynı toprak vardır)

Üretilen pirinalı ambalaj filmlerinde tekstür analizi de gerçekleştirildi. Bu analiz uygulanırken Brookfield markalı tekstür analiz cihazı kullanıldı [Şekil 4.6.]. Bu analizde plastik filmlere delme testi uygulanarak kaç Newton yüke dayanımı olduğu tespit edildi. Sistemi kullanırken veri raporları bölümü [Şekil 4.7.]’de görüldüğü gibi ekrana çıkmaktadır. Burada uygulanan Newton yükü, test hızı, hangi prop kullanıldığı, test sonucunda çıkan delme dayanımı ve film yapışkanlığı gibi sonuçlar elde edilmektedir. Analiz uygulanırken biz ekip olarak şu değerlere sahip ağırlık ve özellikleri kullandık; 4 mm çapında silindir paslanmaz TA44 kodlu prop kullanıldı. Test hızı 1 mm/s ve Tiger Loud (Tetik Yüğü) (N) 1 Newton olarak uygulandı. Tekstür analizi sonucunda ise sistem bize sonucu pik olarak verdi [Şekil 4.8.]. Bu pik durumuna bakılarak üretilen ambalaj filminin dayanım yükünü sayısal olarak gözlemleyebilmekteyiz. Analizi yapacak olduğumuz plastik filmlerinin ilk olarak kalınlıkları ölçüldü. Elimizde bulunan mikronmetre ölçüm cihazı (kalınlık ölçümü) sayesinde gerçekleştirilen bu işlem sonucunda hem petri kabına dökülmüş pirinalı plastik filmlerin hem de yağlı kağıt üzerine dökülüp merdane vasıtasıyla yayılmış pirinalı plastik filmlerinin tekstür analizi cihazı ile sertlik (dayanım) yükleri ölçülmüştür. Ölçülen kalınlıklar ve sertlik (dayanım) değerleri aşağıda tablo olarak düzenlenmiştir [Tablo 4.1.]. Örnek olarak ise tekstür analizi cihazına yerleştirilmiş bir pirinalı film örneği görülmektedir [Şekil 4.9.].

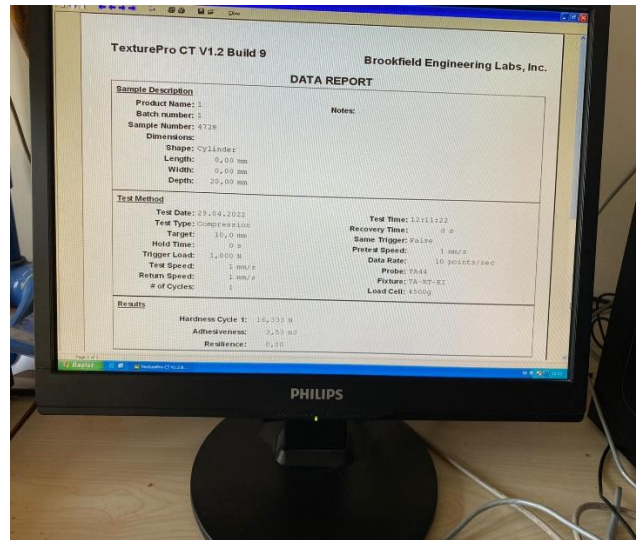
Tablo 4.1. Pirinalı Ambalaj Malzemelerinin Kalınlık ve Dayanım Testi Değerleri

Film Örnekleri	Kalınlıkları	Sertlik (Dayanım)
İnce Film (Merdane Basılmış Hali)	20 μm	4.859 N
Petri Kabına Dökülmüş Film	40 μm	5.722 N
Petri Kabına Dökülmüş Film	60 μm	16.33 N

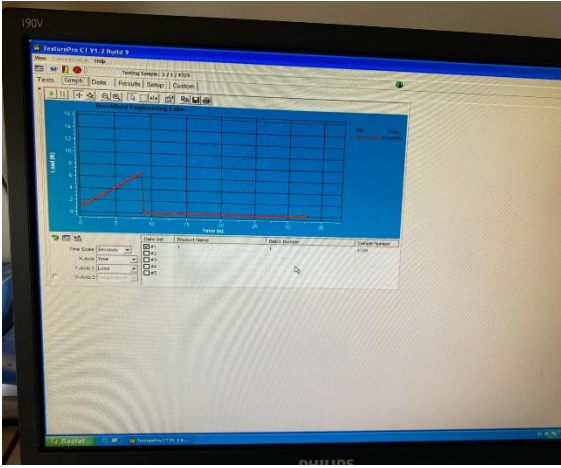
(*). Örnekler aynı formülasyon üzerinden elde edilen film örnekleridir.



Şekil 4.6. Tekstür analizi cihazı



Şekil 4.7. Veri raporu görseli



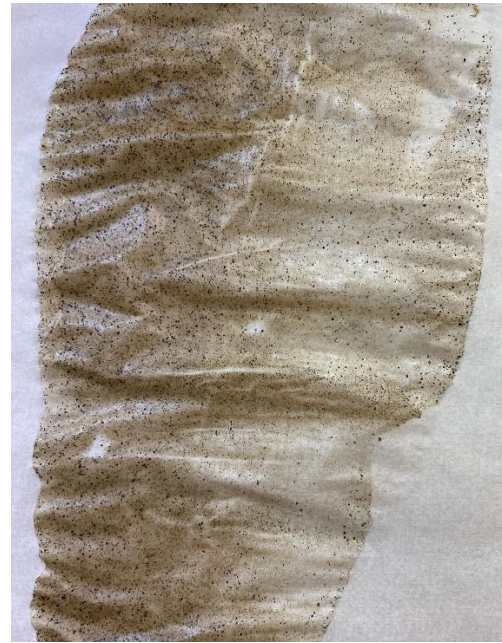
Şekil 4.8. Test sonucu pik görseli



Şekil 4.9. Tekstür cihazına yerleştirilmiş film



Şekil 4.10. Doğal gıda boyası kullanılmış film örneği



Şekil 4.11. Pirinalı ince film örneği

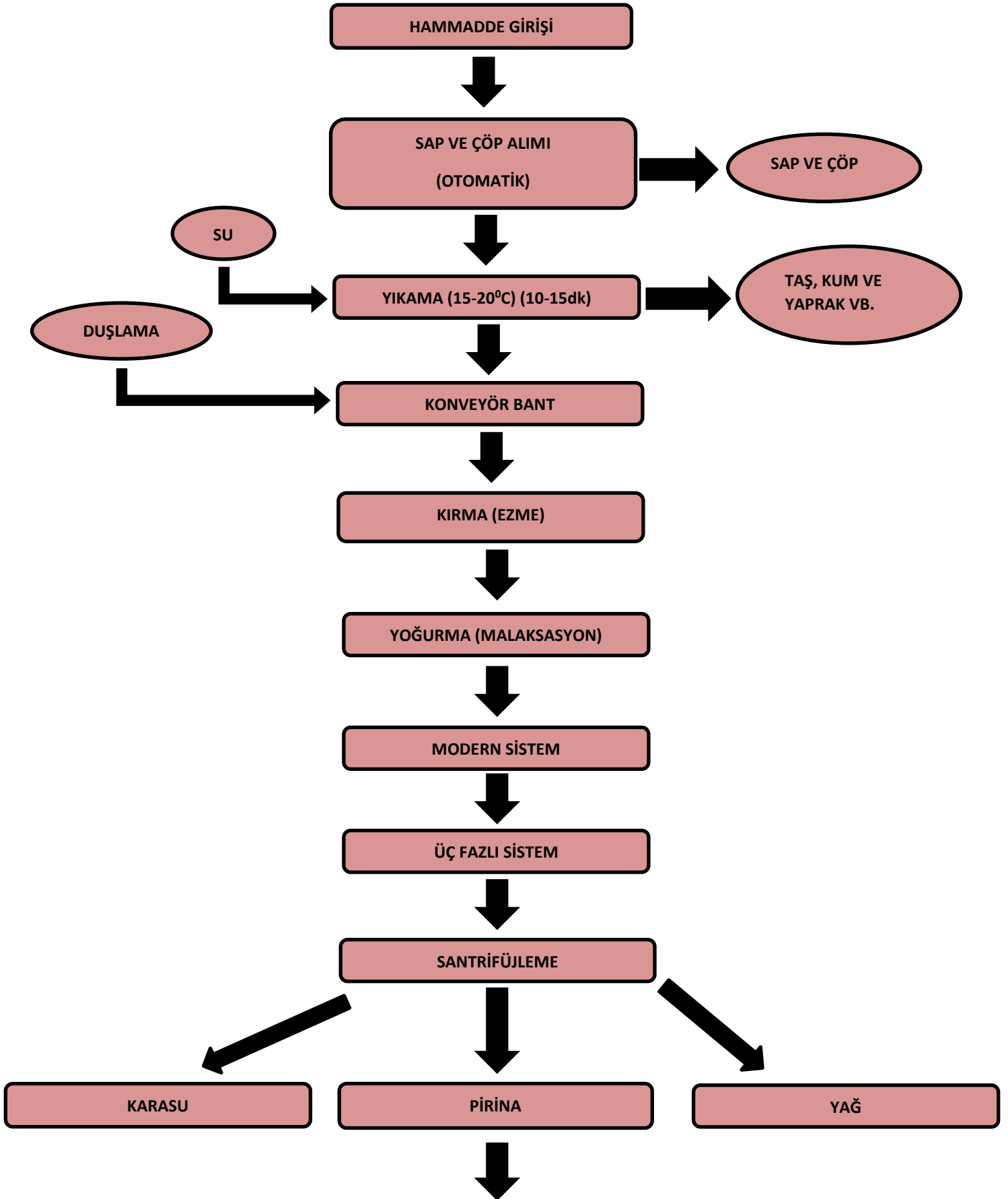


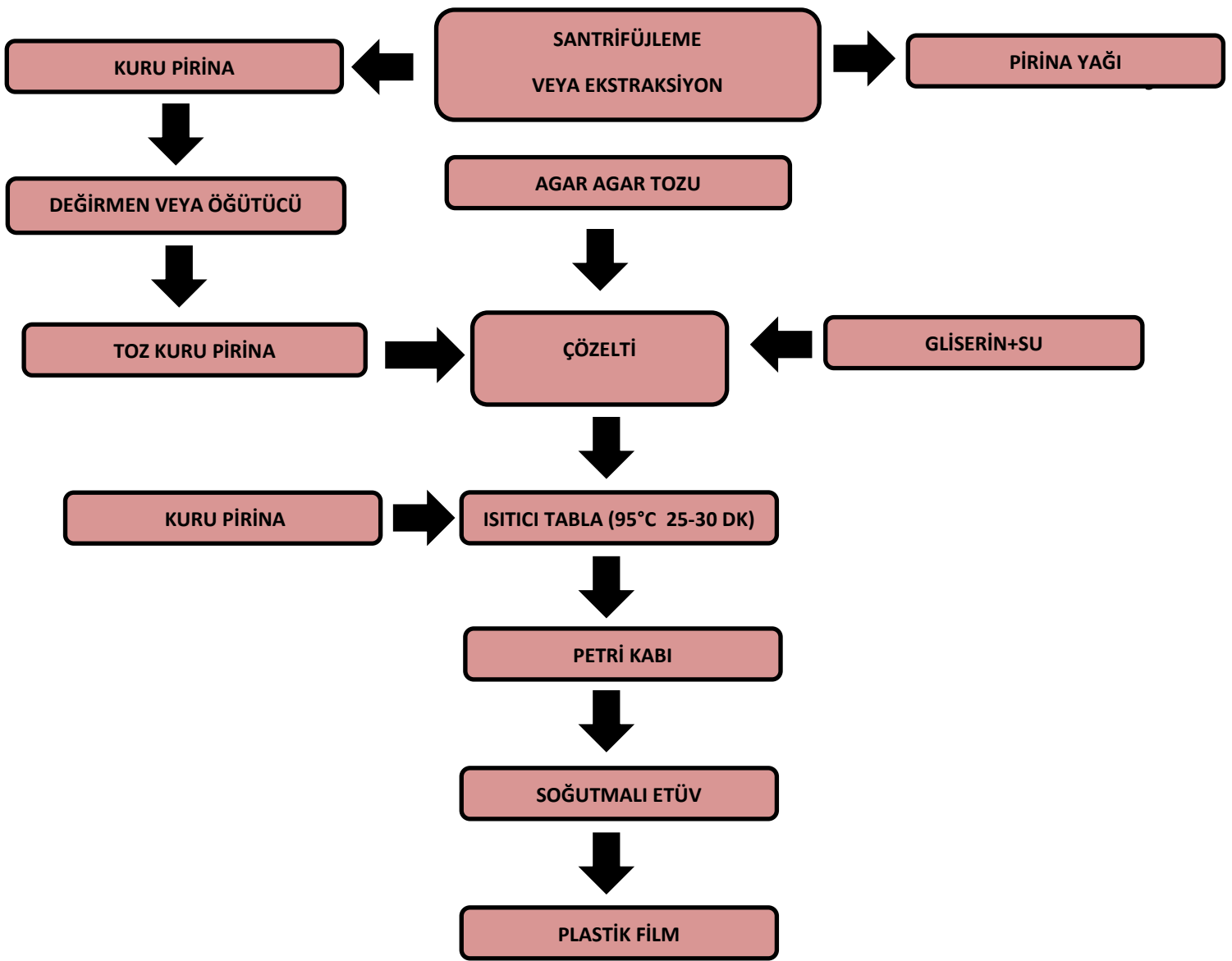
Şekil 4.12. Yağlı kağıtta bastırılmış ince film örneği



Şekil 4.13. Petri kabı ile basılmış filmler

4.2. Üretim Akış Şeması (Biyobozunur Ambalaj Filmi için)





Akım Şeması Açıklama (Pirinalı Biyobozunur Ambalaj Filmi)

Hammadde Kabulü: Zeytinyağı üretimi için ve hammaddemiz olan zeytin kuru pirinasının elde edilmesi için gerekli özellikleri taşıyan zeytinler kontrolleri yapılarak fabrikaya alınır. Bir sonraki aşama için konveyör bandına verilir. **Konveyör Bandı:** Kontrolleri yapılan zeytinler konveyör bandı aracılığıyla bir sonraki aşamaya aktarılır. **Sap ve Cöp Alımı:** Hasat esnasında zeytinin arasına dal, yaprak ya da taş gibi maddeler karışabilir. Bu maddeler zeytinyağının kalitesini olumsuz etkiler. Bu sebeple zeytinyağı üretiminde öncelikle temizleme ve ayıklama işlemi yapılır. **Yıkama:** Zeytinyağı üretiminde ikinci aşama yıkamadır. Üzerlerindeki toz ve kirden arındırmak için zeytinler yıkama havuzuna aktarılır. Yıkandıktan sonra fan yardımı ile kurutulur ve kırma-ezme bölümüne alınır. **Kırma (Ezme):** Yabancı maddelerden tamamen arındırılan zeytin, kırıcı bölüme alınır. Zeytin, çekirdeği ile birlikte kırılıp ezilerek hamur haline getirilir. Zeytin hamur haline getirilerek içerisindeki yağ kolaylıkla çıkması amaçlanır. **Yoğurma (Malaksasyon):** Pelte haline getirilen zeytin ortalama 20-40 dakika arasında malaksör adı verilen makinalar tarafından yoğrulur. Zeytinyağının sıcak sıkım ya da soğuk sıkım olması bu aşamada gerçekleşir. Soğuk sıkımda ortalama 27 dereceye kadar ısıtılır. Sıcak sıkımda ise 35-60 dereceleri arasında bir sıcaklığa kadar ısıtılabilir. **Üç Fazlı Sistem:** Yoğurma işlemi tamamlandıktan sonra zeytin hamuru, hamur pompası aracılığıyla durultucu (dekantör) adı verilen bölüme gönderilir. Dekantör, koni şeklinde yatay bir silindirik sistemdir. Bu bölümde yağ ve karasu pirinadan yani zeytinin atığından ayrılır. Pirina, zeytinin posası olduğu için atık olarak adlandırılır. Zeytin hamuru, yatay düzlemde dönerken pirina adı verilen atıklar dışarı atılır. Zeytinin karasuyu ve yağ ise santrifüj adı verilen bölüme gönderilir. **Santrifüjleme:** Pirinadan ayrılan yağ ve karasu pompalar yardımı ile santrifüj adı verilen seperatör yani ayırıcı bölüme iletilir. Burada hafif olan karasu ağır olan zeytinyağından ayrılır. Yağ içerisinden kalan tortular da ayrıştırılır ve zeytinyağı üretiminin

son aşamasına geçirilir. **Santrifüjleme ve Ekstraksiyon:** Ekstraksiyon; yağlı pirinanın yüzeyindeki ve içindeki yağı çözücü kullanarak pirinadan yağ ayırma işlemidir. Kurutulmuş pirinaya bir çözücü uygulandığında pirina içerisindeki yağ, buhar halindeki çözücü ile alınır. Zeytin meyvesinden çıkan yağ doğrudan yemeklik olarak kullanılırken pirina yağı rafine edilmeden kesinlikle tüketilemez. Buradan pirina yağı elde edilir ve kuru pirina meydana gelmektedir. **Değirmen ve Öğütücü:** Elde edilen kuru pirinayı toz haline yani bizim kullanacağımız forma getirmek için uygulanan işlemlerdir. Bu işlemin ardından toz kuru pirinayı ambalaj hammaddesi olarak kullanılmaktadır. **Cözelti:** Biyobozunur ambalaj malzemesi üretimi için hammaddelerin karışımının gerçekleştirildiği bölümdür. Kuru pirina tozu, gliserin + su ve agar agar tozunun birleştiği ve karışım haline getirilerek ocak (ısıtıcı) kısmını verir. **Isıtıcı Tabla:** Karışım halinde gelen kuru pirina tozu, gliserin + su ve agar agar tozunun ısı yardımıyla birbiri içerisinde iyice çözünüp plastik film formatını aldığı bölümdür. Isının da etkisiyle iyice yoğunlaşan viskozitesi artan plastik film petri kabına aktarılır (95 °C, 25-30 dk). **Petri Kabı:** Yoğunlaşan ve akıcılığı azalan biyobozunur plastik filmin belli bir şekil alması ve üzerinde analizlerin gerçekleşmesi için petri kaplarına alınır (Ortalama 75-80 °C). **Soğutmalı Etüv:** Petri kaplarına alınan plastik filmlerin daha çabuk formlarına kavuşması için soğutmalı etüve alınır. Petri kaplarında ilk sıcaklıkları yüksek olan filmlerin daha çabuk soğuması ve plastik film halini alması adına bu kademenin önemi büyüktür. **Plastik Film:** Kuru pirina tozu olan hammaddemizi prosese uygun bir şekilde elde ettikten sonra biyobozunur plastik film prosesimizi de işleme ekledik. İki ayrı prosesi birleştirerek ve uygun işlem kademelerini belirleyerek ana ürünümüzü elde etmeyi başardık.

5. Yenilikçilik (İnovatif) Yönü

Projemiz ilk olarak daha önce hiç uygulanmamış ve bulunmamış bir ürün üzerinde tasarlanıp yapıldığı için en büyük yeniliğin bu şekilde oluştuğunu düşünmekteyiz. Günümüzde kullanılan biyobozunur plastiklerin, petrol esaslı plastiklere göre tercih edilmemesinin en büyük nedenlerinden biri maliyetinin fazla olmasıdır. Kuru pirina kullanarak oluşturduğumuz biyobozunur ambalaj malzememiz ise halihazırda atık olan bir ürünü değerlendirmekteyiz. Bunun yanı sıra zeytin özellikle Ege ve Marmara bölgelerinde başta olmak üzere ülkemizde en çok yetiştirilen ürünlerin başında gelmektedir. Ülkemizde TÜİK verilerine göre, zeytin ağacı varlığımız 2000’li yılların başında 100 milyon adet iken son dönemlerdeki dikimlerin etkisi ile 2016/2017 sezonunda yaklaşık 175 milyona yükselmiştir. Ülkemiz 2 milyon 100 ton tane zeytin, 177.000 ton zeytinyağı üretimi ile dünyada 4.sırada yer almaktadır [11]. Haliyle kuru pirinaya olan ulaşımımız çok kolay ve temin maliyetimizde düşüktür. Doğal bir atık maddeyi kullanarak oluşturduğumuz ambalaj malzememiz ile sürdürülebilirliği sağlamak, maliyetimizi en aza indirerek kullanımını arttırmak projemizi diğer projelerden ayırmaktadır. Alternatif olarak geliştirilen biyobozunur plastiklerin yeterince esneme kabiliyeti olmaması, sağlamlıkta problemler çıkarması çalışmalarımızı hızlandırmamız ve iyileştirmemiz için bizlere öncü olacaktır. Kuru pirinanın biyobozunur ambalaj malzemesinin dayanıklılığını arttırması hem bizler hem de üreteceğimiz ürün için çok önemli bir unsur olmaktadır. Film olarak kullandığımız bitkisel jelatinin diğer adıyla agar agarın ana maddesi kırmızı deniz yosunudur. Günümüzde gıda başta olmak üzere birçok alanda kullanılan deniz yosunlarının üretimi dünya da çok büyük önem arz etmektedir. Dünyada yıllık 28 milyon ton hasat edilen deniz yosunlarının 800 bin tonu doğadan toplanırken %94’lük kısmı yetiştiricilik yoluyla elde edilmektedir [12]. Agar agar üretiminin ve pazarının çok olması bu ürüne ulaşımımızı çok kolaylaştırmıştır. Yapmış olduğumuz projemizde tamamen bitkisel ve doğal olması alternatif biyobozunur ambalaj malzemelerinden ayırırken, aynı zamanda karbon ayak izimizi azaltması da çevreye olan zararı oldukça azaltmaktadır [13]. Yapmış olduğumuz projede bir yenilikçilik yönü de kuru pirinanın agregat stabilitesinin yüksek olması, fenolikçe yüksek değerler vermesi ve antioksidan özellik göstermesidir [14]. Projemizin ilerleyen basamaklarında yapmayı planladığımız agregat stabilitesi analizi sayesinde toprağın ne kadar yüksek oranlarda su tuttuğunu ve antioksidan analiz testi sayesinde ise özellikle ürünün gıda ambalajı olarak kullanımı ile gıdaların

bozulmasını geciktirerek bir diğer küresel problem olan gıda israfının önüne geçilerek ilave bir avantaj sağlayacak ve bizi diğer alternatif biyobozunur malzemelerinden farklı olarak öne çıkarmasını hedeflemekteyiz. Bizim için en önemli nokta ise doğal bileşenlerden oluşan ve gübre olarak da kullanılabilme özelliği sayesinde de toprağı ve bitkiyi besleyecek şekilde olması bizi bir adım öne çıkaracaktır. Üretmiş olduğumuz biyobozunur ambalaj filmlerine toprağı gömme testi de gerçekleştirildi. Boş bir akvaryum ilk olarak ikiye bölündü, içi toprak ile dolduruldu. Bir tarafına pirinalı ambalaj malzemesi diğer tarafına ise pirinasız ambalaj malzemesi yerleştirildi ve üzerleri toprak ile örtüldü. Belirli aralıklar ile 200 mL su ile sulandı. Bu işlemler gerçekleştirilirken ortam sıcaklığı 24-25 °C derece olarak ölçülmüş ve verimli sonuçlar elde edilmiştir. Toprağı gömme testini yapmamızdaki amaç ise pirinalı ve pirinasız ambalaj malzemelerinin hangisinin toprakta daha kısa süre de bozunup toprağı karışımının ölçülmesidir. Yaptığımız işlemler ve tartım sonuçlarına bakılacak olur ise ürettiğimiz pirinalı ambalaj malzemesi daha kısa süre de toprağı karışmış ve ağırlık kaybına uğramıştır. Tartım sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir [Tablo 5.1.]. Pirinalı biyobozunur ambalaj malzememiz bu özelliği sayesinde de muadillerinden farklı bir yol izleyerek onların önünde olacağına ve gelecek açısından da adından söz ettireceğine inanmaktayız.



Şekil 5.1. Pirinalı ve Pirinasız elde ettiğimiz ambalaj malzemelerinin toprağı gömme testi (Her iki bölmede de aynı toprak vardır)



Şekil 5.2. Toprağı gömülen pirinasız ambalaj



Şekil 5.3. Toprağı gömülen pirinalı ambalaj

Tablo 5.1. Pirinalı ve Pirinasız Ambalaj Malzemelerinin Gömme Testi Bozunum Tartımları

Günler	0.Gün	4.Gün	8.Gün	12.Gün
Tartımlar	İlk Tartım	İkinci Tartım	Üçüncü Tartım	Dördüncü Tartım
Pirinalı Ambalaj Filmi	0.427 g	0.292 g	0.206 g	0.164 g
Pirinasız Ambalaj Filmi	0.433 g	0.342 g	0.281 g	0.238 g

İncelemiş olduğumuz diğer projelerde bu uygulamaya tabi tutulan herhangi bir biyobozunur filme rastlanmamıştır. Burada ki amacımız hem ürünümüzün topraktaki çözünürlüğünü test etmek hem de benzer çalışmalardan farklı olarak kendi uyguladığımız bir yöntemi ortaya koymaktır.

6. Uygulanabilirlik

Projemizi uygulamaya koyarken hammadde konusu çok önemliydi. Çevremizde ve ülkemizde kolay temin edebileceğimiz bir ürün olmasına dikkat ettik. Zeytin üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almamız dolayısıyla kullanacağımız hammadde kolaylıkla temin edilebildi. Aynı şekilde diğer hammaddemiz yenilenebilir özellikte olan ve üretimi için mevsimsel bir gereksinimi olmayan deniz yosunundan elde edilen agar agar gıda sektöründe çokça kullanılmasından dolayı yine kolay temin edilebilir bir hammaddedir. Sağlığa zararsız bir yeşil çözücü olarak suyun kullanıldığı film döküm yöntemi de oldukça kolay bir üretim sağlamak ve ürün ticari bir ürüne dönüştürülme kapasitesine sahiptir. Yapmış olduğumuz projemizin en önemli amacı ürettiğimiz ambalaj malzememizi öncelikli olarak gıda sektöründe kullanmaktır. Kuru pirina hammaddemiz maliyeti düşürmesi, mekanik özellikleri iyileştirmesi gibi özelliklerin yanında agregat kapasitesi yüksek (su tutma kapasitesi), fenolik bileşiklerce yüksek değerde ve antioksidanca zengin olması sebebiyle gıda ambalajlanmasında kullanımı gıda ömrünü uzatarak gıda bozulmaları ve gıda israfının önüne geçilmesi konusunda da yarar sağlayacağını düşünmekteyiz. Bunlara ilaveten kuru pirinanın doğal gübre olarak kullanılması da bizim projemiz için gayet olumlu bir özelliktir. Çünkü projemiz sonunda üreteceğimiz plastik ambalaj doğaya atıldığı takdirde toprakta doğal gübre olarak kullanmayı hedeflemekteyiz. Bunların çoğunu çeşitli testler yaparak özelliklerini kanıtlamak proje açısından gayet olumlu olacaktır.

7. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

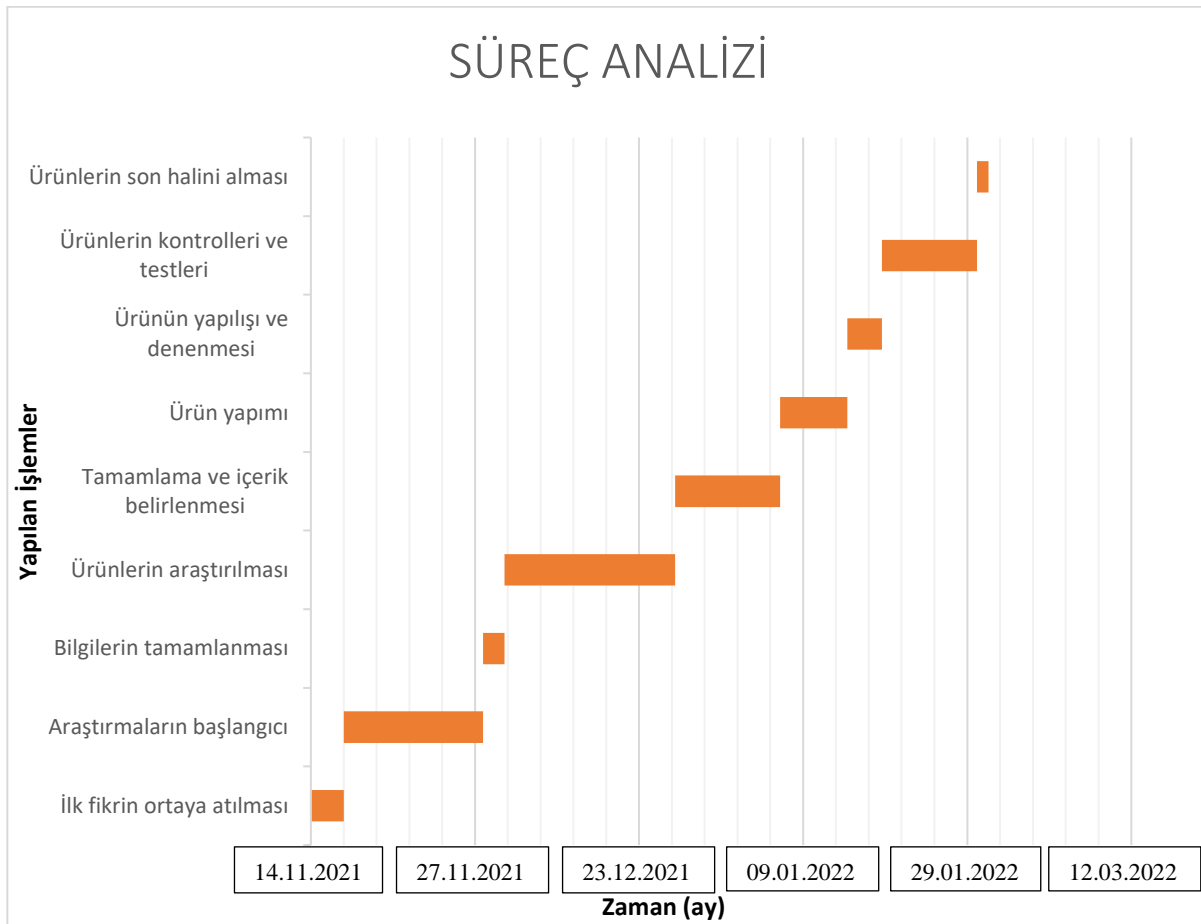
Projemiz genel bir tabir ile 7'den 70'e herkesin kullanabileceği ve geri dönüşüm konusunda duyarlı insanlar tarafından rahatlıkla kullanılacak bir ürün elde etmeyi hedeflemekteyiz. Son yıllarda yaşadığımız pandemi gibi küresel boyuttaki bir sorun hayatımızda ek hijyen önlemlerinin başında meyve ve sebzeler dahil birçok ürünün plastik ambalaj ile satılması gelmektedir. Projemizde üretmeyi hedeflediğimiz biyobozunur ambalaj ürünü petrol esaslı ambalajların yerine de kullanılacak bir malzemedir. Son zamanlarda artan petrol fiyatları petrol esaslı plastiklerin fiyatlarını da neredeyse iki katına çıkarmıştır. Bu gibi sebeplerden dolayı tüketicilerin fiyatı da daha ucuz ve doğal ürünlerden elde edilmiş biyobozunur plastiklere yöneliminin artacağı düşüncesindeyiz. Yapmış olduğumuz biyobozunur plastik ürünü doğal polimerler içerdiği için gıdalarla olan teması sağlımız açısından bir tehlike oluşturmamakta ve doğada da gayet iyi çözüldüğü için çevreye zarar vermemektedir. Yaptığımız ürünün halihazırda var olan biyobozunur malzemelerin dezavantajlarını en aza indireceğini böylelikle petrol esaslı plastik kullanımı da önemli ölçüde azaltacağının kanısındayız. Projemizin başta gıda sektörü olmak üzere daha birçok sektörü etkilemesini ve var olan bu kurulmuş düzeni değiştirmesini ve böylece çevremiz için gayet net ve olumlu büyük bir adım olmasını diliyoruz. Ürünümüz biyobozunur ve gübre niteliği taşıdığı için meyve, sebze, süs bitkileri ve daha nice bitki için doğal bir besleyici niteliğindedir. Atık olarak kullanılan petrol esaslı plastikler yerine artık biyobozunur

plastikler kullanarak hem çevreye hem de insanlığa daha güzel bir hayat sunmayı amaçlıyoruz. Kısacası projemiz tüm insanlara erişebilen birçok alanla bağlantılı olduğu için tüm insanlığın hizmetinde olarak nitelendirebiliriz.

8. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projemizin maliyet giderlerini; malzeme temini, toprak analizi testi ve antioksidan testi oluşturmaktadır. Hammaddemiz olan atık kuru pirinanın temini ve kullanımı herhangi bir maliyet oluşturmamaktadır. Projemize ait zaman planlaması (süreç analizi) Tablo 8.1.'de verilmiştir. Proje aşamaları ve uygulanan işlevler açık bir şekilde Tablo 8.2.'de gösterilmiştir. Ürettiğimiz ambalaj filmimizin hammaddesinin diğer biyobozunur ambalaj malzemelerinin hammaddeleri ile maliyet açısından karşılaştırılması Tablo 8.3.'de verilmiştir. Biyobozunur ambalaj filmi için malzeme ve fiyat tablosu ise Tablo 8.4.'de verilmiştir.

Tablo 8.1. Zaman Planlaması (Süreç Analizi)



Tablo 8.2. Proje Aşamaları ve Uygulanan İşlevler

İş No	İş Tanımı	Yürütecek Kişi/Kurum	Kullanılacak malzeme/Cihaz	1.ay	2.ay	3.ay	4.ay	5.ay
1	Malzemelerin temini	Ali Esat Kuzucuk Melis Sinem Çelik İnci Püsküllü	Agar agar, Gliserin, Kuru pirina tozu	X				
2	Film üretiminin optimizasyonu	Ali Esat Kuzucuk Melis Sinem Çelik İnci Püsküllü	Agar agar, Gliserin, Kuru pirina tozu, Saf su, Beher, Isıtıcı, Petri kabı, Soğutmalı etüv, Hassas terazi,	X	X			

			Spatüller, Yağlı kağıt, Merdane					
3	Filmin antioksidan test aşaması	Ali Esat Kuzucuk Melis Sinem Çelik İnci Püsküllü	Antioksidan cihazı ve Antioksidan analizleri			X		
4	Filmin toprağa gömülmesi ve bitki besleme testi	Ali Esat Kuzucuk Melis Sinem Çelik İnci Püsküllü	Toprak, Boş akvaryum, Üretilmiş filmler			X	X	
5	Ambalaj filmin gömüldüğü toprağın analiz testi	Ali Esat Kuzucuk Melis Sinem Çelik İnci Püsküllü	Toprak analizi cihazı ve Toprak analizleri				X	X

Tablo 8.3. Muadil Ambalaj Malzemeleri ile Hammadde Karşılaştırılması

Agar agar tozu (ambalaj malzemesinin hammaddesi)	Kazein tozu (muadil ambalaj malzemesinin hammaddesi)	Selüloz toz (muadil ambalaj malzemesinin hammaddesi)
1kg	1kg	1kg
510 TL	625 TL	155 TL

Kullanılan hammaddeler birbirlerinden farklılık gösterirler. Kazein tozu hayvansal bir hammadde olması yönüyle bitkisel agar agardan ayrılır. Bu gibi özelliklerin yanından maliyetimizi muadillerinden ayıran en önemli yönü hammadde olarak kullandığımız kuru zeytin pirinasının doğal bir atık olması ve öğütme işlemi dışında herhangi bir maliyetimiz olmamasıdır. Ege bölgesinde ikamet etmemiz sebebi ile de hammaddeye yakınlık konusunda ve erişim konusunda herhangi bir sıkıntımız bulunmamaktadır.

Tablo 8.4. Biyobozunur Ambalaj Filmi İçin Malzeme ve Fiyat Tablosu (Üniversite dışında kendi üretimimizi yaptığımızda)

NO	Malzeme	Adet	Birim Fiyat (TL)	Toplam Fiyat (TL)
1	Warring Blender	1	5250	5250
2	Agar Agar Tozu	100g	165	165
3	Gliserin	5kg	370	370
4	Ocak (Isıtıcı) Manyetik Karıştırıcı	1	3200	3200
5	Petri Kabı	10	23	230
6	Beher	3	24	72

Toplam: 9.287 TL

Yapmış olduğumuz işlemlerin maliyet hesaplamasını da gerçekleştirmiş bulunmaktayız. Şu an için film üretimini üniversitemizde gerçekleştirdiğimiz için kimyasallara herhangi bir ücret ödememekteyiz. Eğer ücret ödemesi olur ise Tablo 8.4.'de malzeme hesaplaması mevcuttur. Toprak analizi için Ege Üniversite (Agrolab)'inde analizimizi gerçekleştireceğiz. Maliyeti ise 250 TL olarak belirlenmiştir. Antioksidan ve mineral analizi için ise yine Ege Üniversite laboratuvarında gerçekleştireceğimiz analize ise 120 TL maliyet hesaplaması yapılmıştır. Toplam olarak ise 370 TL maliyet hesabımız vardır.

9. Riskler

Tablo 9.1. Projede oluşabilecek riskler ve B planı

RİSKLER	B PLANI
Hammadde de yabancı madde, yüksek nem, pestisit, ağır metal kalıntısı ve patojen mikroorganizma bulunması. Olasılık: Orta Etki: Orta Risk: Yüksek	Görsel kontrol yapılarak ve şartnamelere uygun ürün satın almak, tedarikçi spesifikasyonu, aflatoksin ve pestisit analizi yapılarak ürünü temin etmek.
Öğütme yapılırken fiziksel çapraz kontaminasyon. (metal) Olasılık: Orta Etki: Orta Risk: Yüksek	Öğütücünün sonunda metal dedektör veya mıknatıs kullanmak.
Isıl işlem prosesinde rutubet, asitlik, termofilik bakteri sayısı ve küf sayısı. Olasılık: Düşük Etki: Yüksek Risk: Yüksek	Karışım sıcaklığının minimum 90°C olması ve homojen ısıtma için etkin karıştırılması.
Oluşturulan filmin ince veya kalın olması. Olasılık: Orta Etki: Yüksek Risk: Orta	Çözeltideki biyopolimer oranı artırılarak veya azaltılarak istenilen kalınlığa getirilir.
Oluşturulan filmin petri kabına yapışması. Olasılık: Yüksek Etki: Yüksek Risk: Yüksek	Petri kabına gıda kullanımına uygun kalıp ayırıcı sprey sıkarak engellenir.
Oluşturulan filmin beklenenden dayanıksız olması. Olasılık: Orta Etki: Orta Risk: Yüksek	Dayanıklılık özelliğini veren bileşenlerin miktarı artırılarak dayanıksız olması engellenir.
Oluşturulan filmin suya dayanıksız olması ve paketlenen gıdanın bozulması. Olasılık: Çok Düşük Etki: Düşük Risk: Düşük	Filmin yüksek sıcaklıktaki kalış süresi artırılarak içerisindeki çapraz bağ oranı artırılır bu sayede filmin dayanıksız olmasının önüne geçilir.

Tablo 9.2. Olasılık ve Etki Matrisi

Olasılık	Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk	Yüksek Risk	Çok Yüksek Risk
Çok Yüksek	Düşük Risk	Orta Risk	Orta Risk	Yüksek Risk	Yüksek Risk
Yüksek	Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk	Orta Risk	Yüksek Risk
Orta	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Orta Risk	Orta Risk
Düşük	Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk
Çok Düşük	Çok Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk	Düşük Risk
	Çok Düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok Yüksek
					Etki

10. Kaynakça

- [1] Kayahan, M. & Tekin, A., 2006, Zeytinyağı Üretim Teknolojisi. TMMOB Gıda Mühendisleri Odası, ISBN 9944-89-207-6, Ankara, 198s.
- [2] Beken Y. (2009), Zeytinyağı Sanayi Atığı Zeytin Posasının (Pirina) Besin Madde İçeriğinin Tespiti ve Kuzuların Beslenmesinde Kullanım Olanakları, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, HATAY.
- [3] Öymen G., Ömeroğlu M., (2020). Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl:19 Sayı:39 Güz:2020/3 s.1069-1087.
- [4] Gündoğdu, S., Çevik, C., & Ataş, N. T. (2020). Stuffed with microplastics: Microplastic occurrence in traditional stuffed mussels sold in the Turkish market. Food Bioscience, 37, 100715.
- [5] M. Revel, A. Châtel ve C. Mouneyrac, “Micro(nano)plastics: A threat to human health?”, Current Opinion in Environmental Science & Health, vol. 1, pp. 17-23, 2017.
- [6] Kayan A., Küçük A., (2020). Plastik Kirliliğın Çevresel Zararları ve Çözüm Önerileri, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Dergisi 22/2 s. 403-427.
- [7] Uysal O., (2021). Su Ortamında Mikroplastik Giderimine Genel Bakış, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı 28, S. 1404-1409.
- [8] Develi E. E., (2011). “Denizel Fitoplanktonun Ekolojik Önemi ve Küresel İklim Değişikliğindeki Rolü.”, Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5, ss. 285-293.
- [9] Baştürk İ., vd., (2017). Türkiye’deki Zeytinyağı İşletmelerinin 3 Fazlıdan 2 Fazlı Üretime Geçiş Durumunda Pirina Tesislerinin Yeterliliğinin CBS Destekli Analizi, Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 2018, Cilt 32, Sayı 1, 43-58.
- [10] Keser O., Tanay B., (2010). Zeytin Sanayi Yan Ürünlerinin Hayvan Beslemede Kullanım Olanakları, İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, Hayvansal Üretim 51(1): 64-72.
- [11] <https://esnafkoop.ticaret.gov.tr/data/5d44168e13b876433065544f/2019%20Zeytin%20raporu.pdf>, Esnaf, Sanatkârlar ve Kooperatifçilik Genel Müdürlüğü, 2019 Yılı Zeytin ve Zeytinyağı Raporu.
- [12] Engin, Y. Ö., Yağmur, B., Cirik, S., Okur, B., Eşiyok, D., & Gökpınar, Ş. (2019). *Ulva rigida* (C. Agardh) makroalginin fasulye bitkisinin üretiminde organik madde kaynağı olarak kullanımının araştırılması. Acta Aquatica Turcica, 15(2), 151-162.
- [13] Bonamente E., Pelliccia L., Merico C.M., The Multifunctional Environmental Energy Tower: Carbon Footprint and Land Use Analysis of an Integrated Renewable Energy Plant, Sustainability, 2015 (7): 13564-13584.
- [14] Alagöz Z., vd., (2006). Organik Materyal İlavesinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Toprak Özellikleri Üzerine Etkileri, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(2),245-254.