

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

ÇEVRE VE ENERJİ TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI PROJE DETAY RAPORU

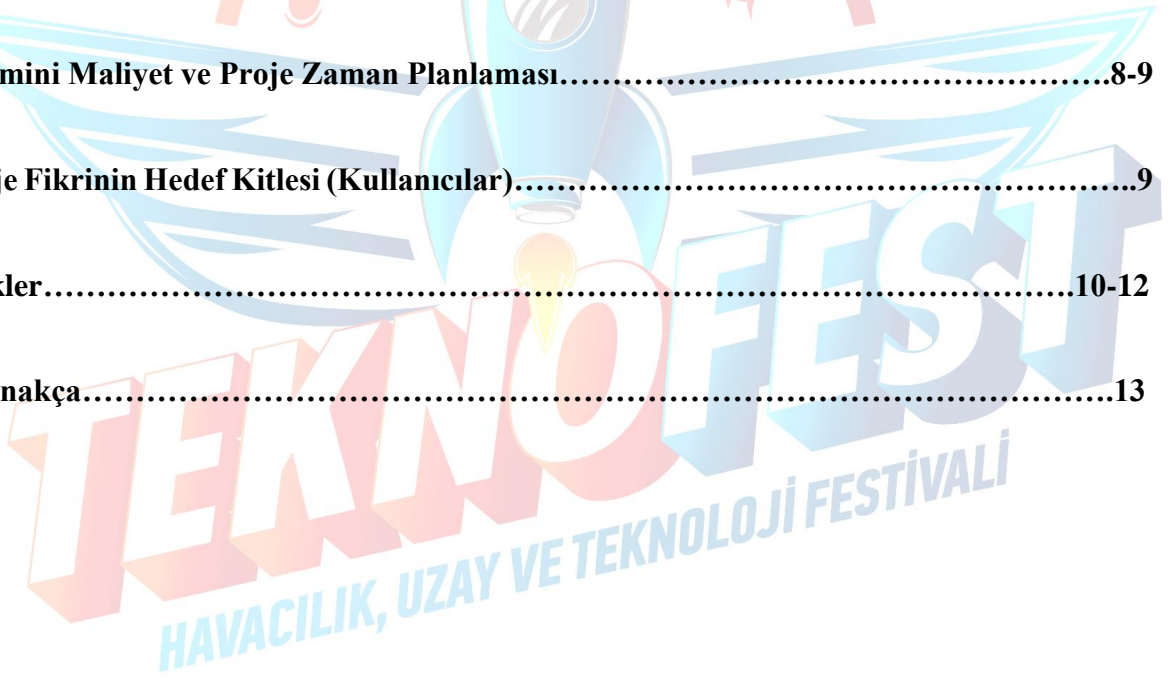
**TAKIM ADI:
ULAŞ ROKET TAKIMI**

**PROJE ADI:
NANOKATKILI BİYOPOLİMER
YANGIN SÖNDÜRME TOPLARI**

**BAŞVURU ID:
340949**

İÇİNDEKİLER

Proje Özeti (Proje Tanımı).....	3
Problem/Sorun.....	3-5
Çözüm.....	5
Yöntem.....	6-7
Yenilikçi (İnovatif) Yöntü.....	7-8
Uygulanabilirlik.....	8
Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	8-9
Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar).....	9
Riskler.....	10-12
Kaynakça.....	13



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Orman yangını, doğal ya da insani sebeplerden ortaya çıkan yangınların ormanları kısmen veya tamamen yakmasıdır. Orman yangınlarından dolayı dünyada her yıl yaklaşık 3.015.000 hektarlık alan yok olmakta ve bu ortalama 4.223.000 futbol sahası büyüklüğüne tekabül etmektedir. Bu yangınlar, küresel ısınmanın artmasına ve biyolojik çeşitliğin azalması gibi birçok probleme neden olmaktadır. Bu yüzden orman yangınlarının kontrol altına alınması ve engellenmesi ekolojik, ekonomik ve sosyolojik açıdan büyük önem arz etmektedir.

Günümüzde kullanılan söndürücü maddeler su, karbondioksit gazı (CO₂), kuru kimyevi tozlar, köpük, kum ve kildir. Bu maddelerin yangına müdahale esnasında eksik kalması, tahrip olan alanın yeşerme süresinin uzun olması ve etki ettiği alanın yetersiz kalması gibi olumsuz yanları bulunmaktadır. Bu sebeplerden ötürü nanokatlı biyopolimer yangın söndürücü tozların kullanılmasına karar verilmiştir. Kullanılacak yangın söndürücü tozlar etkin bileşeni olan bor maddesinin içerisine katılan diğer bileşenlerin karışımıyla elde edilmiştir. Proje fikrinde üretilen söndürücü maddenin alev geciktirici ve çevreci etkisinin olması mevcut kullanılan yöntemlere göre daha iyi bir performans göstermesini sağlamaktadır. Bu projede kullanacağımız nanokatlı biyopolimer yangın söndürücü tozlar ile yangın alanına hızlı bir şekilde müdahale etmek, tahrip olan bölgeyi daha kısa bir süre içinde tekrar yeşillendirmek, yangın bölgesinde daha geniş bir alana etki etmesini sağlamak temel hedefimizdir.

Gerekli malzemelerin maliyet ve tedarikinin kolay olması projeyi daha uygulanabilir kılmaktadır. Proje fikrinin yerli ve milli teknolojiyi geliştirme, ülkenin var olan kaynaklarını işleme açısından da sağlayacağı faydalar göz ardı edilmemelidir.

Hazırlanan bu proje raporunda; karşılaşılan problemler, bu problemlere nasıl bir çözüm önerisi geliştirildiğine ve bu çözüm yolunda nasıl bir yöntem izlendiğine dair bilgiler verilmiştir. Bütün bunlar yapılırken uygulanabilirlik açısından projeyi hayata geçirmenin kolaylığı ve yenilikçi yönü de incelenmiştir. Proje fikri hayata geçirilirken hedef kitle araştırmaları yapılmış ve uygulama sürecinde karşılaşılabilecek risklerin analizi yapılmıştır. Projenin sürdürülebilmesi için gerekli olan maliyet ve çalışma planlaması tabloları eklenmiştir. Fikrin ticarileşme süreci ile ilgili pazar araştırması yapılarak proje raporu sonlandırılmıştır.

2. Problem/Sorun:

Günümüzde orman yangınlarıyla mücadele yöntemlerinde kullanılan araçlar hakkında araştırmalar yapılmıştır. Havadan yapılan müdahalelerde kullanılan uçaklar göllerden, rezervuarlardan veya denizlerden su alarak yangına müdahale etmektedir. Helikopterler ise Orman Genel Müdürlüğü tarafından yapılan, 400-1200 ton kapasitesi olan yangın havuzlarından veya göletlerden su ikmali yaparak yangına müdahale etmektedir. Yangın havuzları yangının sık görüldüğü bölgelerde her 5 km'de bir tane olacak şekilde konumlandırılmıştır. Diğer müdahale yöntemlerinden biri olan İHA'lar, yangının tipi ve yerine göre yangın tüpü taşıma, yangın bombası atışı, kablolu sıvı püskürtücü, katı kimyevitoz ya da söndürücü gaz içerikli füze fırlatıcı kullanarak yangına müdahale etmektedir. Havadan yapılan müdahaleler için yangın füzesi, yangın dronu, yangın söndürme bombası da örnek verilebilir. Karadan yapılan müdahale yöntemlerinde ise; yangın söndürme tozları, yangın tüpleri, arazözler ve itfaiye araçları kullanılmaktadır.

Orman yangınlarıyla mücadele yöntemlerinde kullanılan söndürücü madde içeriği hakkında literatür çalışmaları ve Orman Genel Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler sonucu bazı problemlerle karşılaşmıştır. Aşağıdaki tabloda orman yangınlarına müdahale etmek amacıyla kullanılan hava ve kara araçlarında kullanılan söndürücü madde ve araçların dezavantajları listelenmiştir.

Yangına Müdahale Yöntemleri	DEZAVANTAJLARI
Uçaklar ve Helikopterler	Söndürücü madde olarak su kullanımı, suyun yangın alanına ulaşmadan yüksek sıcaklık nedeniyle buharlaşması ve alev geciktirici özellikleri olmamasından dolayı tek başına yetersiz kalmaktadır. Ayrıca su ikmali için yapılan yapay havuzlar ve göletlerin maliyeti de oldukça yüksektir. Su kaynakları gitgide azalırken yangınlar için su kullanmak kaynaklarının tüketilmesi anlamına gelmektedir. İlerleyen zamanlarda sürdürülebilirlik açısından sorunlar çıkacağı öngörülmektedir.
İHA'lar	Söndürücü olarak yangın tüpü, yangın bombası, kablolu sıvı püskürtücü, katı kimyevi toz ve söndürücü gaz kullanılmaktadır. Kullanılan katı kimyevi maddenin dezavantajları yoğunluğunun düşük olması ve yangın alanına bırakılırken savrulma ihtimalinin yüksek olmasıdır. Yangın bombası kullanımının uygulanabilirliği sadece yetkili kişiler tarafından yapıldığı için bunlar da dezavantaj olarak sayılmaktadır. Yangın tüpü, yangın bombası ve kablolu sıvı püskürtücü maddelerin üretim maliyetlerinin yüksek olması da diğer olumsuz etkilerdendir.
Yangın Söndürme Bombası	Söndürücü madde olarak içeriğinde boraks pentahidrat kullanılmaktadır. Yangın bombaları yangının merkezine geldiğinde yüksek sıcaklık nedeniyle etkili olamamaktadır. Kullanımı sırasında yüksek güvenlik tedbirlerinin alınması gerekmektedir. Çevrede bırakacağı patlama etkisiyle etrafındaki bitki örtüsü ve canlılara zarar verme ihtimali yüksektir.
Yangın Söndürme Topları	Kuru tozlu kimyasal, söndürücü olarak kullanılmaktadır. Yangın söndürme topları alevle temas etmeden etki göstermemektedir. Aynı zamanda sadece kapalı alanlarda kullanılmaktadır. Yangın söndürme toplarının adet maliyeti 697.50 TL'dir. 3m ² lik alana etki etmesi ortalama bir yangını söndürmek için çok sayıda yangın topunun kullanılmasını gerektirir.
Yangın Tüpü	Yangın tüplerinin kuru kimyevi tozlu, köpüklü, karbondioksit gazlı kullanım şekilleri mevcuttur. Yangın tiplerine göre farklı söndürücü madde formlarının kullanılması yangın esnasında problemlere sebep olmaktadır. Söndürücü maddenin basınçlı bir şekilde kimyasal bir tank içerisinde muhafaza edilmesi gerekmektedir. Bu durum maliyeti artırmaktadır.

Tablo 1: Yangına Müdahale Yöntemleri ve Dezavantajları

Proje, yukarıda tabloda verilen dezavantajlara çözüm sağlar niteliktedir. Bor elementi; yangın söndürücü, alev geciktirici özellikleri ile yangına etkili bir şekilde müdahale etmeyi sağlamaktadır. Ek olarak yangın söndürme topları, içerisinde bulundurduğu su molekülleri ile soğutma işlemi gerçekleştirmektedir.

Aynı zamanda kullanılan söndürücü maddenin müdahaleden sonra bir örtü görevi görüp oksijenle teması keserek yangının tekrarlamasını engellemektedir. Biyopolimer topların yüksek sıcaklıklara kadar formunu koruyarak dayanabilmesi yangına ulaşmadan etkisini kaybetme riskini ortadan kaldırmıştır. Nanokatlı biyopolimer yangın söndürme toplarının yoğunluğu, içerisine eklenen kil ve demir tozu ile artırılmıştır, bu durum havadan veya karadan yapılan müdahale sırasında söndürücü maddenin yangın bölgesine daha isabetli bir şekilde ulaşmasını sağlayacaktır.

3. Çözüm

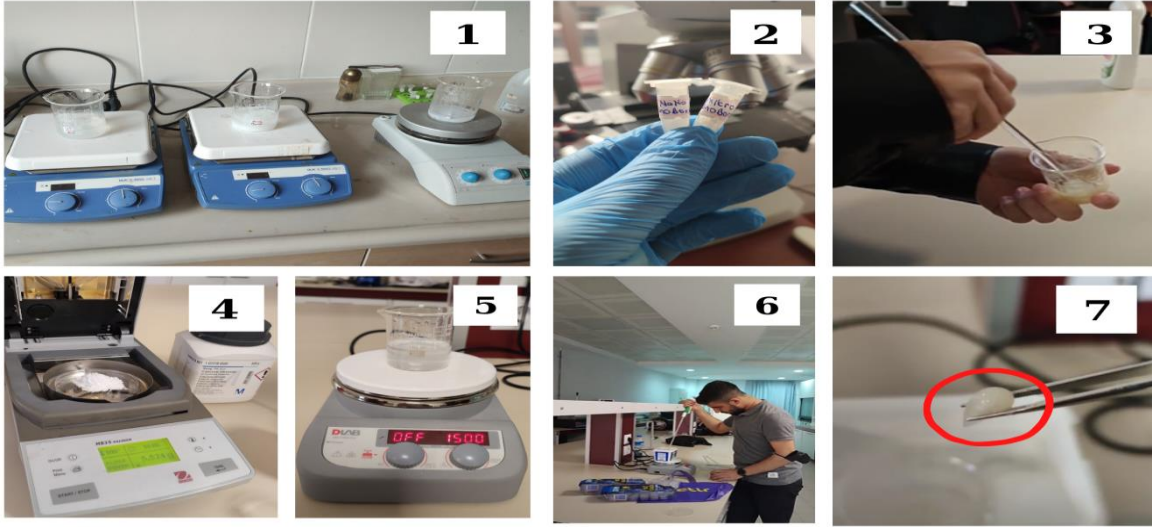
Proje fikrinde, başta orman yangınları olmak üzere tüm açık hava yangınları ile mücadelede kullanılacak bir yöntem geliştirilmiştir. Bu fikrin ortaya çıkmasında, günümüzde kullanılan yangınla mücadele yöntemlerinin yetersiz kalması, orman kayıplarının artması ve yangınların önüne geçilememesi etkili olmuştur. Yangın söndürme metotlarının dezavantajları incelendiğinde ise çözüm önerisi olarak kolay muhafaza edilebilecek ve çok daha fazla alana etki eden **“nanokatlı biyopolimer yangın söndürücü toplar”** geliştirilmiştir.

Nanokatlı biyopolimer yangın söndürücü topların üretim süreci, özgün yangın söndürücü kimyasal madde üretimi ve üretilen kimyasalların kapsüllenmesi olarak iki aşamadan oluşmaktadır. Çalışmalara çevreye zararı olmayan, toksik içerik barındırmayan kimyasal maddeler ile alakalı literatür taraması yaparak başlanmıştır. Kullanılacak kimyasal maddeler içerisinden yangınla mücadelede en etkili olanları ile laboratuvar ortamında deneyler yapılarak devam edilmiştir. Yapılan laboratuvar deneyleri ve literatür taramaları sonucunda bor elementinin etkin bileşen olarak kullanılmasına karar kılınmıştır. Borun kullanılmasının temel nedeni soğutucu, alev geciktirici özelliklerinin yüksek olması aynı zamanda ülkemizin bor rezerv kaynağı bakımından zengin olmasıdır. Ayrıca bor bileşenli kimyasallar selülozik maddelere, ateşe karşı dayanıklılık sağlamaktadır. Alev alma noktasına gelmeden, boratlar selülozdaki su moleküllerini uzaklaştırırlar. Oluşan alevin yüzeyini kaplayarak, yangının daha geniş bir alana yayılmasını engeller. Bu amaç için kullanılan bor bileşiklerinin başında, çinko borat, baryum metaborat, bor fosfatlar ve amonyum fluoborat gelmektedir.

Bu proje kapsamında laboratuvar deneylerinde bor ile yaptığımız farklı nano-tepkimler ve yeşil sentez yöntemi ile üretilen bileşikler içerisinden ise **“Nano-ZnO Boraks”** kullanımı tercih edilmiştir. Toksik içerik barındırmadığından ve diğer kimyasal maddelere oranla daha fazla alana etki edebildiğinden dolayı bu kimyasal madde daha avantajlı görülmüştür.

İkinci aşama ise üretilen kimyasal söndürücü maddelerin kapsüllenmesidir. Kapsülleme işleminin kimyasal maddenin yangın alanına ulaştırılmasında kolaylık sağlaması, yangın bölgesindeki toprağa karbon kaynağı olması ve yapısında %95 oranında su barındıran biyobozunur maddelerin yangın bölgesine su takviye etmesi gibi avantajları vardır. Kapsülleme çalışması, biyobozunur madde olan aljinat ve toprağa Ca^{+2} desteği sağlayıp yeşillenmeyi hızlandırabilecek $CaCl_2$ kullanılarak yapılmaktadır.

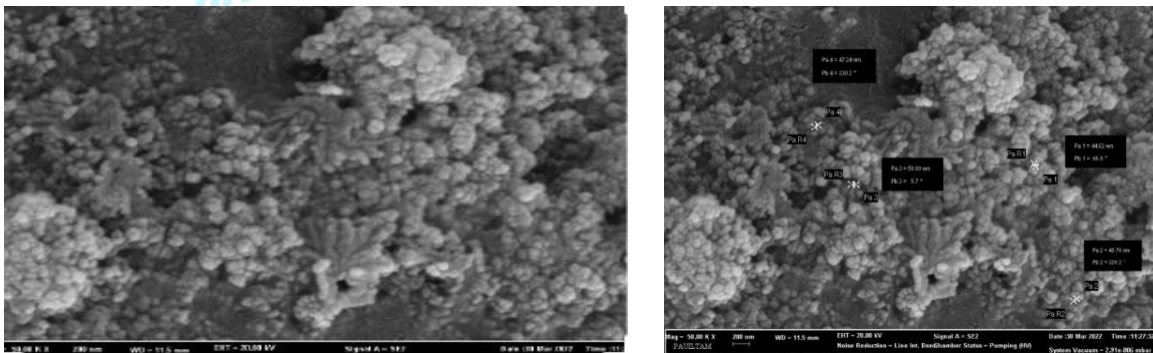
4. Yöntem



Şekil 1: Kimyasal Madde ve Biyopolimer Topların Üretim Aşamaları

Literatür taramalarından elde edilen verilerle borun etkin bileşen olarak kullanıldığı çözüm aşamasında belirtilmiştir. Bor elementini farklı biyolojik reaktörler ve kimyasallar ile katkılayarak yangın söndürmede en etkili olacak maddenin tercihi için deneyler yapılmıştır. Deneylerde nanoteknoloji ve biyolojik kökenli yeşil sentez yöntemleri kullanılmıştır. “**Yeşil Nanoteknoloji**” olarak da adlandırılan bu yöntem nanopartiküllerin, çözelti ortamında sentezi için fiziksel ve kimyasal olarak daha etkili ve dayanıklı ürünlerin üretilmesini sağlamıştır. Proses sürecinde yeşil sentez yönteminin takip edilmesindeki temel nedenler; toksik içerik bulundurmadığından çevresel açıdan tehdit oluşturmaması, üretimde oldukça hızlı bir yöntem olması ve minimum madde kaybını sağlamasıdır.

Alev geciktirici olarak kullanılan çinkooksit nanopartikül katkılı boraks (ZnONPs), emegümeçi bitkisi kullanılarak yukarıda belirtilen yeşil sentez yoluyla elde edilmiştir. Reaksiyon sonunda elde edilen nanopartiküllerin karakterizasyonu FTIR, SEM, EDX kullanılarak yapılmıştır. ZnONPs katkılı boraksların morfolojik özellikleri elektron mikroskobu (SEM) kullanılarak incelenmiştir. SEM spektrumu kullanılarak çinkooksit nanopartikül katkılı boraks nanoparçacıkların küresel, altıgen, düzensiz şekillere ve 40 nm ile 60 nm arasında boyutlara sahip olduğu görülmüştür (Şekil 2).



Şekil 2: Yeşil Sentez Yöntemi ile Elde Edilen ZnO Nanopartiküller ile Katkılanmış Boraks Nanopartiküllerine Ait SEM Analizleri

Üretilen ZnONPs katkılı borakların kapsüllemesinde temel matris elemanı olarak aljinat kullanılmıştır. Aljinat doğada kendiliğinden bozunan yani biyobozunur yapıya sahip olduğundan içerisinde, hazırlanan kimyasalların yanı sıra yangın söndürmede kullanılan kil ve toprağa demir iyonu desteği olacak demir tozu da eklenmiştir. Kil ve demir tozu ek olarak hazırlanacak toprakların yoğunluğunun artırmasında rol oynamaktadır. Ayrıca ZnONPs katkılı boraklar ve diğer maddeler toz formda bulunduğu için malzeme kaybını minimuma indirmek, bileşenlerin bir arada tutulması, yapısında su moleküllerini tutabilmesi sağladığı avantajlardandır. Su içerisinde %4 oranında aljinat, %0,1 oranında ZnONPs katkılı boraks, %1 demir tozu ve %2 oranında bentonit kil eklenmiştir. Hazırlanan bu karışım mekanik olarak karıştırılmıştır. Ardından hazırlanan karışım, soğutulmuş (yaklaşık 4°C) 1M $CaCl_2$ sulu çözeltisi içine puar yardımıyla küre şekli verilerek atılmış ve yangın topu üretimi tamamlanmıştır. Kullanılan maddelerin küre haline getirilmesinde sıvı faz sentezleme yöntemlerinden biri olan sol-jel yöntemi kullanılmıştır. Sol – jel yöntemi diğer nanopartikül üretim yöntemlerine göre daha kolay, laboratuvar ortamlarında yapılabilen, küçük çapta nanomalzeme üretiminde oldukça ekonomik olan bir yöntem olduğundan tercih edilmiştir.

Hazırlanan bu topraklar sulu formda yaklaşık 4 mm, kuru formda ise 1 mm çapına sahiptir. Toprakların denemesi için laboratuvar ortamında beher içerisinde çıkarılan kontrollü bir yangınla kimyasallar denenmiş, yangın 15 saniye içinde başarılı bir şekilde söndürülmüştür. Denizli İl Orman Müdürlüğü Yangın Şefliği kontrolünde yapılacak olan daha büyük ölçekli bir yangında kullanılmak üzere yeterli miktarda kimyasal top üretimine başlanmıştır. Üretilen bu kimyasallar haziran ayında yapılacak olan yangın denemesinde tekrar test edilecektir.



Şekil 3: Nanokatlı Biyopolimer Toplar ve Deney Aşaması

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Deneyler laboratuvar ortamında en güncel ve en etkili yöntemler (nanoteknoloji, yeşil sentez ve sol-jel) ile birçok test ve deney yapılarak geliştirilmiştir. Kullanılan yöntemler ile çevreye maksimum fayda sağlanması hedeflenmekte aynı zamanda kimyasal içeriğe eklediğimiz iyon destekleri ile toprağın beslenmesini sağlamaktadır. Aljinat kullanılarak üretilecek olan biyobozunur topraklar, içerisinde %95 oranında su molekülü ve zengin karbon bulundurmaktadır. Dolayısıyla yangına müdahalede yardımcı olmasının yanı sıra toprağa sağladığı karbon katkısı ile tahrip olan bölgelerin yeniden yeşillenme ve verimlilik sürecini hızlandırılacaktır. Böylece orman yangınları sonucu oluşan hasarın hızlı bir şekilde eski haline kavuşması sağlanacaktır.

Kimyasal üretim sürecinde kullandığımız yöntemlerle bor maddesini nanoboraks olarak üretmekteyiz. Nanoboraks üretilmesinin temelinde, kimyasal maddenin boyutlarının küçültülerek diğer söndürücü maddelere kıyasla daha geniş bir yüzey alanına etki etmesi yatmaktadır. Bu sayede yangının geniş alana yayılması hızlı ve etkili bir şekilde engellenmiş olacaktır.

Ülkemizin dünya bor rezervlerinin %73'üne sahip olması söndürücü kimyasalın etkin bileşeni olarak borun kullanılmasında avantaj sağlamaktadır. Ülkemiz kaynaklarından yararlanarak yapılan söndürücü toplarda dış kaynaklara gerek duymadan milli teknoloji hamlesine katma değer kazandırmaktadır. Bor elementinin üzerinde yapılan deney ve testler sonucunda, alev geciktirici ve soğutucu etkisinin diğer maddelere kıyasla daha çok verimli, yenilikçi ve etkili olduğu gözlemlenmiştir. Projede bor rezervlerinin etkin bir şekilde kullanılması ile milli kaynaklara sahip çıkılacaktır. Ayrıca projenin geliştirilebilir ve sürekli olması sağlanacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Proje çalışmasının konusu olan yangın söndürücü madde ve biyopolimerlerin üretimi için, kimyasal prosesler ve kompozit malzeme üretimi hakkında yeterli bilgiye sahip olmak, gerekli malzemeleri kullanabilmek yeterlidir. Canlılar ve çevre için herhangi bir tehlike oluşturmamakta aksine biyolojik kökenli yeşil sentez yöntemiyle üretilmeleri çevreye fayda sağlamaktadır. Söndürücü maddenin etkin maddesi bor olduğundan üretim sürecinde tedarik sorunu ile karşılaşmayacağını göstermektedir. Üretilen topların muhafaza edilmesi için özel koşullar gerekmemektedir.

Denizli İl Orman Müdürlüğü ile yapılan görüşmelerde söz konusu proje fikrinin yangına müdahalede kullanılması da uygun görülmüştür. Nanokatlı biyopolimer yangın söndürme toplarının laboratuvar çalışmaları bitirildikten sonra seri üretime geçilmesi planlanmaktadır. Projenin ticarileşmesi için gerekli pazar arayışları yapılmış, hedef kitle belirlenmiş ve ticarileşmeye uygun bir ürün olduğu saptanmıştır. Ticarileşme aşamasında ürünün seri üretimde depolama koşullarına uygun bir şekilde paketlenmesi ve pazardaki müşteri kitlesine gerekli lojistik destekleri ile ulaştırılması planlanmıştır. Ancak her proje fikrinde olduğu gibi burada da mevcut riskler bulunmakta ve risklerden en büyüğü okul laboratuvarı teçhizatlarının yetersiz kalması durumudur.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Projenin hayata geçirilmesi ve deneylerin tamamlanabilmesi için ortalama 10000 TL maliyeti bulunmaktadır. Proje fikrinin hayata geçirilmesinde gerekli laboratuvar teçhizatları ve kimyasal malzemelerin temini için gerekli olan bu tutar ortalama fiyatlar ile hesaplanmıştır. Proje bu alanda yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırılırsa gerekli laboratuvar teçhizatlarının temini sağlandığında üretim maliyetinin diğer maddelere göre ortalamanın altında kaldığı hesaplanmıştır. Maddi yönden harcamalarla ilgili olarak proje ile alakalı deneylere başlanmıştır ancak deneylerin netlik kazanması ve daha fazla prototip çalışması yapılabilmesi ürün oluşturma aşamasına Mayıs ayı içinde başlanacaktır. Projenin yürütülmesinde gerekli olan malzemeler aşağıdaki tabloda listelenmiştir.

Kimyasal Malzemeler	Laboratuvar Gereçleri
<ul style="list-style-type: none"> • Aljinat • Bentonit • Saf Su • $CaCl_2$ • Saf Demir Tozu • Boraks 	<ul style="list-style-type: none"> • Manyetik Karıştırıcı • Beher • Cam Baget • Manyetik Balık • Pipet • Büret

Tablo 2: Projenin Yürütülmesinde Gerekli Olan Malzemeler

Görev Tanımları		1.Ay	2.Ay	3.Ay	4.Ay	5.Ay	6.Ay	7.Ay	8.Ay	9.Ay	10.Ay	11.Ay	12.Ay
1.İş Paketi	Söndürücü kimyasal maddeler hakkında literatür çalışmalarının yapılması	■											
	Kimyasal proses süreci hakkında araştırmalar yapılması		■										
	Etkin kimyasal madde ve proses yöntemine karar verilmesi	■											
2.İş Paketi	Deneyler için malzeme tedarikinin sağlanması	■	■										
	Seçilen kimyasal ile farklı katkı maddeleri ile deneylerin yapılması		■	■	■								
3.İş Paketi	Yapılan deneylerin analize gönderilmesi ve en etkili olana karar verilmesi					■							
4.İş Paketi	Hazırlanan nano partiküllerin kapsülleme süreci hakkında araştırmaların yapılması ve üretim yöntemine karar verilmesi				■	■							
	Kapsülleme deneyleri için malzeme tedarikinin sağlanması ve kapsülleme işleminin yapılması				■	■	■						
	Hazırlanan yangın söndürme toplarının laboratuvar ortamında küçük yangınlarda denenmesi								■				
	Daha büyük yangınlarda denenmesi için yeterli miktarda üretim yapılması									■	■		
	Denizli OGM ile kontrollü bir yangın çıkarılması ve kimyasal topların denenmesi											■	■

TEKNOFEST

Tablo 3: Projenin Zaman Planlaması

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

“Nanokatıllı Biyopolimer Yangın Söndürücü Toplar” projemizdeki esas hedefimiz, orman bölgelerinde yaşayan insanları, hayvanları, bitkileri, diğer canlıları ve dünyamızın oksijen kaynağı olan ormanlarımızı kurtarmaktır. Hedeflerimizi gerçekleştirebilmek adına yürüttüğümüz bu proje çalışmasında Denizli İl Orman Müdürlüğü ile koordineli şekilde çalışmamızı yürütmekteyiz.

Hedef kitlelerimiz arasında Orman Genel Müdürlüğü, Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD), İtfaiye Genel Müdürlüğü, Garnizon Komutanlığı vb. yangınla mücadele de görev alan kurumlar bulunmaktadır. Buradan da anlaşılacağı üzere projemiz bireysel kitleden daha çok kurumsal kitleye hitap etmektedir. Dolayısıyla asıl hedef kitemiz yangına müdahale eden ve tahliye organizasyonları düzenleyen kurum ve kuruluşlardır.

9. Riskler

Proje fikri ile ilgili bazı riskler saptanmıştır.

R1	Aynı çapa sahip özdeş topların elde edilememesi
R2	Üretilen biyopolimer topların depolama ve saklama koşullarında problem yaşanması
R3	Biyopolimer topların rüzgârda savrulması
R4	Topların sulu ortamlarda saklanırken demir ve kil yoğunluğunun azalması
R5	Üretim aşamasında kullanılan manyetik karıştırma işlemlerinin yetersiz kalması
R6	Okul laboratuvarında imkanların kısıtlı olması
R7	Malzeme tedarikinin gecikmesi
R8	Yangın söndürme deneyleri için ortam şartlarının elverişli olmaması

Tablo 4: Proje Fikrinin Oluşturulmasında Karşılaşılabilecek Riskler

Yukarıda listelenen risklerle karşılaşıldığı durumlarda alınacak tedbirler, çözüm önerileri (B Planı) tanımlamaları aşağıda yapılmıştır.

Topların istenilen boyutlarda veya aynı çaplarda üretilmemesi (R1) karşılaşılabilecek risklerden birisidir. 4mm çapa sahip olması istenen toplara ± 2 mm tolerans verilecek puar başlıkları ile bu risk minimuma indirilmiştir.

Üretimi gerçekleştirilen biyopolimer topların fazla üretildiği takdirde depolama ve saklama koşulları (R2) ile ilgili bazı problemler tespit edilmiştir. Denizli İl Orman Müdürlüğü'nün tavsiyesi üzerine 1200 ton saklama kapasitesi olan yangın havuzları bu amaç için kullanılabilir. Seri üretime geçildiğinde bu problem için ticari bir yöntem geliştirilecektir.

Üretilen topların yangına müdahalede ağırlığının düşük olmasından dolayı savrulması (R3) riskine ise kil ve demir tozu eklenerek yoğunluk artışı sağlanmış, çözüm üretilmiştir.

Biyopolimer topları su içerisinde saklama durumunda demir ve kilin bir kısmının su ortamına salındığını (R4) gözlemledik. Bu problem için yapılan B planı söndürücü maddenin kuru formunda saklanmasıdır. Yaş formunda kullanılması durumunda da içerisinde yoğunluğu artıran kil ve demir tozu maddelerinin ortama salınma miktarları belirlenip söndürücü madde içerisine daha fazla miktarda eklenecektir.

Proje fikrinin hayata geçirilmesi durumunda daha fazla miktarlarda söndürücü madde üretimi ihtiyacı doğacaktır. Artan madde miktarı ile mevcut üretim aşamasında kullanılan mekanik karıştırma işleminin yanında manyetik bar ve manyetik karıştırıcılar da yetersiz kalacaktır (R5). Probleme çözüm olarak ultrasonik karıştırıcıların kullanılması önerilmiştir.

Okul laboratuvarında imkanların kısıtlı olması (R6) nedeni ile çalışmaların yavaşlaması veya aksaması da risk oluşturmaktadır. Bu probleme ise üretimde sanayi ve firmaların olanaklarını kullanarak destek almaktayız.

Malzeme tedariki problemi (R7) için gerekli malzemelerin önceden stoklanması bu riski ortadan kaldıracaktır.

Yangın söndürme deneyleri için ortam şartlarının elverişli olmaması (R8) konusunda ise Denizli İl Orman Müdürlüğü Bölge Şefliği yardımlarıyla kontrollü yangınlar çıkararak deneyleri gerçeğe en yakın ortamlarda yapmaktayız.

Proje planında 4 iş paketi öngörülmüştür.

1. iş paketinde söndürücü kimyasal maddelerin yangın söndürücü, alev geciktirici ve alev soğutucu özellikleri hakkında literatür çalışmaları incelenmiştir. Yapılan araştırmalar sonucu bor maddesinin yangında alev geciktirici ve soğutucu özellikleri olduğu görülmüştür. Etkin madde olarak bor kullanımına karar verildikten sonra ise yangın toplarının etkisini artırmak için bor ile katkılanacak maddeler ve proses süreçleriyle ilgili araştırmalar yapılmıştır. İleri teknoloji ve çevreye zararsız olmasından kaynaklı nanoteknoloji ve yeşil sentez yöntemlerinin proje fikri için uygun olduğu tespit edilmiştir. Nanoteknoloji kullanılmasının nedeni söndürücü maddenin boyutlarını nano boyutlara getirmek ve yüzey alanını arttırmak, minimum hacim kaplayarak maksimum fayda sağlamaktır.

2. iş paketinde deneyler için gereken malzeme tedariki sağlanmış olup nanokatlı söndürücü maddenin üretimine başlanmıştır. Sentez için boraks, çinkooksit, emegümeçi bitkisi kullanılmıştır. Çinkooksit kullanılarak boraks, nanopartikül haline indirgenmiştir. Tedarik edilen maddeler beher içinde manyetik karıştırıcılar ile karıştırılmıştır. Alev geciktirici olarak kullanılan çinkooksit nanopartikül katkılı boraks (ZnONPs), emegümeçi bitkisi kullanılarak yöntem kısmında belirtilen yeşil sentez yöntemi ile elde edilmiştir.

3. iş paketinde üretilen söndürücü maddenin gerekli analiz ve testleri yapılmıştır. Nanopartikül üretimi tamamlandıktan sonra karakterizasyon işlemi SEM, FTIR, EDX analiz yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. SEM’de incelenen morfolojik özellikler, ZnONPs katkılı boraksların yangın söndürmede istenilen özellikleri sağladığını göstermiş ve nanopartikül boraksların boyutları hakkında bilgi vermiştir.

4. iş paketinde sentezlenen kimyasal maddenin, biyopolimer top yapılması hakkında araştırmalar yapılmıştır. Araştırmalar sonucunda topların üretiminde sol-jel yöntemi kullanılması kararlaştırılmıştır. Söndürücü maddenin nanopartikül halinde biyopolimer topla kullanımının avantaj sağladığı üretim sonundaki deneylerde tespit edilmiştir. Biyopolimer topların üretiminde yapılan araştırmalar sonucu matris elemanı olarak aljinat, kapsüllerin yoğunluğunu arttırmak için de kil ve demir tozu kullanılmasına karar verilmiştir. Bu aşamayı biyopolimer topların üretimi takip etmiştir. Laboratuvarda aljinat ve diğer maddelerin temini sonrasında karışım hazırlanmıştır. Hazırlanan karışım kalsiyum klorür çözeltisi içerisinde puar yardımı ile küre şekli verilerek jelleştirilmiş ve yangın topla hazırlanmıştır. Yangın toplarının üretimi gerçekleştirildikten sonra topların yaş ve kuru olmak üzere iki formu da yaklaşık bir hafta boyunca gözlemlenmiş iki ayrı veri elde edilmiştir. Her iki formunda da yangına etki ettiği görülmüştür.

	Gider Kalemleri	Tutar
Kimyasal Malzemeler	Aljinat	600
	Bentonit Kil	60
	Saf Su	50
	Saf Demir Tozu	80
	Boraks	100
	CaCl ₂	125
	Laboratuvar Gereçleri	Manyetik Karıştırıcı
Beher Seti		50
Cam Bagetler		35
Manyetik Balıklar		300
Büretler		300
Pipetler		300
	Toplam	7.000 TL

Tablo 5: 1kg Yangın Söndürme Topu İçin Gerekli Malzemeler

Risk Matrisi		Etki				
		Çok Yüksek (5)	Yüksek (4)	Orta (3)	Düşük (2)	Çok Düşük(1)
Olasılık	Çok Yüksek (5)	25	20	15	10	5
	Yüksek (4)	20	16	12	8	4
	Orta (3)	15	12	9	6	3
	Düşük (2)	10	8	6	4	2
	Çok Düşük (1)	5	4	3	2	1

Tablo 5: Risk Matrisi Ölçek Tablosu

	Risk	Olasılık	Etki	Risk Katsayısı
R1	Aynı çapa sahip özdeş topların elde edilememesi	4	1	4
R2	Üretimi gerçekleştirilen biyopolimer topların depolama ve saklama koşullarında problem yaşanması	4	2	8
R3	Biyopolimer topların rüzgarda savrulması	3	4	12
R4	Topların sulu ortamlarda saklanırken demir ve kil yoğunluğunun azalması	3	3	9
R5	Üretim aşamasında kullanılan manyetik karıştırma işlemlerinin yetersiz kalması	4	4	16
R6	Okul laboratuvarında imkanların kısıtlı olması	4	4	16
R7	Malzeme tedarikini gecikmesi	2	5	10
R8	Yangın söndürme deneyleri için ortam şartlarının elverişli olmaması	2	3	6

Tablo 6: Risk Matrisi Ölçeklendirme Tablosu

10. Kaynakça

- Gürmen, Ebin, S, B, Nanopartiküller ve Üretim Yöntemleri- 1, 26/04/2022, https://www.metalurji.org.tr/dergi/dergi150/d150_3138.pdf
- Ateş, Bahçeci, H, E, Nano Malzemeler için Üretim Yöntemleri, 25/05/2015, 26/04/2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/83847>
- Beykaya, Çağlar, M, A, Bitkisel Özütlere Kullanılarak Gümüş-Nanopartikül (AgNP) Sentezlenmesi ve Antimikrobiyal Etkinlikleri Üzerine Bir Araştırma, 19/12/2015, 30/04/2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/657959>
- Ateş, H, Nano Parçacıklar ve Nano Teller, 30/03/2015, 01.05.2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/83845>
- Aksu Demirezen, Yılmaz, Demirezen Yılmaz, D, Ş, D, Green Synthesis And Characterization Of Iron Nanoparticlesusing Aesculus Hippocastanum Seed Extract, 02/06/2018, 01/05/2022, https://www.researchgate.net/profile/Derya-Aksu-Demirezen/publication/324680552_GREEN_SYNTHESIS_AND_CHARACTERIZATION_OF_IRON_NANOPARTICLES_USING_Aesculus_hippocastanum_SEED_EXTRACT/links/5b76e0baa6fdccfc1dafce15/GREEN-SYNTHESIS-AND-CHARACTERIZATION-OF-IRON-NANOPARTICLES-USING-Aesculus-hippocastanum-SEED-EXTRACT.pdf
- Ertuğrul, M, Orman Yangınlarında Kullanılan Kimyasal Maddeler, 2007, 01/05/2022 <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/470180>
- Mol, T, Orman Yangınları, 1993, 05/05/2022, <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/175050>
- Altuntaş, Salan, Alma, E, T, M.H, Farklı Bor Bileşik Kullanılarak MDF-AYPE Odun Plastik Kompozitlerin Yangına Dayanıklılığının Araştırılması, 2016, 05/05/2022, <https://jes.ksu.edu.tr/tr/download/article-file/264160>
- Güyagüler, T, Türkiye Bor Potansiyeli, 19/10/2001, 06/05/2022, https://www.maden.org.tr/resimler/ekler/d34d468ac887633_ek.pdf
- Ateşoğlu, Melemez, Uğur, A, K, B, Orman Yangınına Hassas Bölgelerde Arazöz İle Müdahale Oranının Belirlenmesi, 2015, 06/05/2022, <http://ofd.artvin.edu.tr/en/download/article-file/234055>
- Akay, Zengin, Köse, A, M, K, Orman Yolu Yoğunluğunun Yangın Koruma Amaçlı Değerlendirilmesi, 28/10/2011, 07/05/2022, https://www.researchgate.net/profile/Abdullah-Akay3/publication/309375737_Orman_Yolu_Yogunlugunun_Yangin_Koruma_Amacli_Değerlendirilmesi/links/580be04508aeef1bfeeb6067/Orman-Yolu-Yogunlugunun-Yangin-Koruma-Amacli-Degerlendirilmesi.pdf
- Hamamcı, Çiftci, Aktaş, B, M, T, Yeşil Kompozitlerde Biyopolimerlerin Kullanımının Önemi, 10/05/2018, 07/05/2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/490479>
- Kılıç, M, Yapılarda Yangın Güvenliği Ve Söndürme Sistemleri, 2003, 09/05/2022, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/202871>