

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

BİYOTEKNOLOJİ İNOVASYON YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

LİSE SEVİYESİ FİKİR KATEGORİSİ

TAKIM ADI

NO FIRE

PROJE ADI

Yeni Oluşturulan Borik Asit ve Tutkal Karışımının
Orman Yangınlarını Önlemedeki Etkisinin Araştırılması

BAŞVURU ID

408325

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Oksijen kaynağımız ve canlılar için habitat oluşturan ormanların her yıl binlerce hektarının yanması sonucunda yeryüzünde oksijen miktarında ciddi oranda azalma görülmekte, binlerce hayvan yaşam alanları tehlikeye girmektedir. Yangın sırasında kullanılan alev geciktirici kimyasallar yangının yayılmasında ve tutuşmayı geciktirmede oldukça etkilidir. Ancak alev geciktiricilerin, yangın başladığında alevlerin yaklaşmasıyla oluşan artan sıcaklıkla uçuculukları artar ve etkinliği azalır. Alev geciktiricilerinin veriminin artırılması, uçuculuklarının azaltılması için çeşitli karışımlar üzerinde araştırmalar yapılmaktadır.

Bu bilgiler ışığında proje çalışmamızda mısır koçanından elde ettiğimiz tutkal ve alev geciktirici kimyasal olarak kullanılan borik asitten meydana gelen yeni karışımın, Türkiye’de en sık bulunan ağaçlardan olan meşe ve çam ağaçlarının yanmasının geciktirilmesi üzerindeki etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

Tutkalın hammaddesi olarak kullanılacak nişasta, atık mısır koçanından elde edilmiştir. Lugol çözeltisi ile nişastayı tanıma testi yapılmıştır. Elde edilen nişastadan tutkal yapılmıştır. Tutkalın etkinliği, farklı yüzeylerde yapıştırma testleri yapılarak incelenmiş ve çeşitli yüzeylerde tutkalın yapıştırma etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Tutkalın saklama koşulları, pH değeri, yoğunluğu ve viskozitesi belirlenmiş ve tutkalın pH’sının bitkilere ve hayvanlara zarar vermeyecek seviyede olduğu gözlemlenmiştir. Tutkal ile alev geciktirici borik asitin çeşitli oranlarda karışımları hazırlanmıştır. Bu karışımlar, çam ve meşe ağacı örneklerine uygulanmış ve bir süre bekletilmiştir. Daha sonra yakma işlemleri yapılmış ve tutkal oranı arttıkça tutuşma süresinin arttığı ve yanan odun parçası boyutlarının azaldığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda atık mısır koçanından elde ettiğimiz doğal tutkal ile borik asitin karışımının, orman yangınlarıyla mücadelede, yangının başladığı alanın yakınlarındaki, henüz alevlerin sıçramadığı ağaçların üzerine doğrudan yangın söndürücü solüsyon olarak püskürtülmesi ile doğaya zararı olmadan verimi yüksek bir alev geciktirici olarak kullanımının olabileceği belirlenmiştir.

2. Problem/Sorun

Ormanlar canlı yaşamı için temel elementlerden biri olan oksijeni üretirler ve hayvanlar için yaşam alanı oluşturur, yeryüzündeki su iletimini düzenler ve toprağı korurlar. Ormanların her açıdan canlılar için bir çok öneminin olması, orman yangınlarını da canlılar için büyük bir tehdit haline getirmektedir (Atav, 1996). Tüm dünyada küresel ısınma ve iklim değışikliklerinin getirdiğı doğa şartları ile orman yangınları giderek daha da artmaktadır. Her yıl binlerce hektar orman alanı sayıları artan orman yangınlarıyla kül olmaktadır. Yapılan araştırmalara göre ormansızlaşma ve fosil yakıt kullanımı sonucunda atmosferde ölçülen CO2 miktarı 1850 yılında 200’li yıllara kadar % 40 oranında artmıştır. Özellikle 2021 yaz aylarında küresel bir afet haline gelen orman yangınları sonucunda 43 ülkede toplam 1831 orman yangını meydana gelmiş, 433 bin 700 hektarlık alan yanmıştır. Ülkemizde sadece 2021 yılında 299 yangın meydana gelmiş bu yangınlar sonucunda binlerce hektarlık alan kaybedilmiştir (EFFIS).

3. Çözüm



Ormanlar canlı yaşamı için temel elementlerden biri olan oksijeni fotosentez yoluyla üretirler ve hayvanlar için çok önemli bir yaşam alanı oluştururlar. Ormanlar yeryüzündeki su iletimini düzenler, toprağı korurlar ve erezyonu önlerler. İnsanların kullandığı kağıt, mobilya gibi odundan yapılmış malzemelerin kaynağı ormanlardır. Ormanların her açıdan canlılar için bir çok öneminin olması, orman yangınlarını da canlılar için büyük bir tehdit haline getirmektedir (Atav, 1996).

Tüm dünyada küresel ısınma ve iklim değışikliklerinin getirdiğı doğa şartları ile orman yangınları giderek daha da artmaktadır. Her yıl binlerce hektar orman alanı sayıları artan orman yangınlarıyla kül olmaktadır. Havadaki CO₂ miktarı artış sebeplerinden birini sayısı her geçen yıl artan orman yangınları oluşturmaktadır. Yapılan araştırmalara göre ormansızlaşma ve fosil yakıt kullanımı sonucunda atmosferde ölçülen CO₂ miktarı 1850 yılında 280 ppm seviyesindeyken, 2011 yılında ise 391 ppm seviyesine ulaşarak % 40 oranında artmıştır (EFFIS).

Özellikle 2021 yaz aylarında küresel bir afet haline gelen orman yangınları sonucunda 43 ülkede toplam 1831 orman yangını meydana gelmiş, 433 bin 700 hektarlık alan yanmıştır. Ülkemizde sadece 2021 yılında 299 yangın meydana gelmiş bu yangınlar sonucunda binlerce hektarlık alan kaybedilmiştir (EFFIS).

Küresel ısınma, sanayileşme ve artan orman yangınlarının trajik sonuçları bilim insanlarını yangın önleyici sistemlerin geliştirilmesi için yeni çözümler araştırmaya itmektedir. Teknolojik yeniliklerle hazırlanan yangın önleyici ve söndürücü sistemler yeni nesil yangınla mücadelede yenilikçi çalışmalar arasında yer almaktadır. Günümüzde mücadelede su, CO₂, köpük ve çeşitli alev geciktirici kimyasallar kullanılmakta ve çeşitli hava ve kara araçlarıyla, yangın algılama sistemleriyle bu söndürücü ve önleyici malzemeler ormanlık alana ulaştırılmaktadır (Baş, 2014).

Alev geciktirici kimyasallar hem orman yangınlarını önlemede hem de mobilya gibi ağaç malzemelerinden oluşan yapılarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Arslan, 2009). Alev geciktirici kimyasallar, malzemelerde tutuşma olasılığını azaltır veya eğer tutuşma meydana gelirse oluşacak hasarı minimuma indirir. Başlıca alev geciktiriciler, alümina (Alüminyum oksit Al₂O₃), fosforlu bileşikler, bromlu bileşikler, borlu bileşikler olarak sınıflandırılabilir (Katarcıoğlu, 2018).

Alev geciktiriciler direk uygulandığında ağaçla ya da ağaç malzemeyle etkileşim verimi düşük olabilir veya artan sıcaklıkla hızlıca buharlaşabilir. Yangın sırasında artan sıcaklık, nem oranı, ortaya çıkan farklı gazlar alev geciktiricilerin etkinliğini azaltabilir (Gimenez, 2004). Kimyasal malzemeyi ağacın ya da ağaç malzemenin içine yedirebilmek için emprenye ürünler kullanılır. Emprenye ürünler kimyasal maddelerin çeşitli yöntemler kullanılarak ahşabın içine emdirilmesi için kullanılmaktadır (Fidan, 2010).

Ağaç, mobilya, tekstil ürünü gibi çeşitli yüzeylerin kuvvetli bir şekilde tutunmasını sağlayan tutkal, doğal yada sentetik maddelerle üretilebilmektedir. Doğal tutkal üretimi tanen, kazein, nişasta, polimer gibi malzemeler hammadde olarak kullanılarak yapılabilmektedir (Fidan, 2010). Tutkalların ağaç malzemeler üzerinde emprenye maddesi olarak kullanımı literatürde oldukça yaygındır (Arslan, 2009). Ancak literatüre bakıldığında yangın söndürme amacıyla kullanılmak üzere alev geciktirici ve tutkal karışımı kullanılarak hazırlanan daha etkin bir alev geciktirici solüsyon çalışması bulunmamaktadır.

Yeni hazırlanan teknolojik sistemlerde atık malzemelerin kullanımı geri dönüşümün artırılması, doğal kaynakların tasarruflu kullanımı, sıfır atık çalışmalarına hizmet gibi birçok olumlu yan barındırmaktadır. Bununla beraber atık mısır koçanının literatürde doğal tutkal yapımı için kullanılmadığı belirlenmiştir. İçeriğindeki nişastanın fazla olması sebebiyle atık mısır koçanından doğal tutkal yapılması hem özgün hem de geri dönüşüme hizmet etmektedir. Bu bilgiler ışığında proje çalışmamızda mısır koçanından çıkan nişastadan elde ettiğimiz tutkal (emprenye madde) ve alev geciktirici kimyasal olarak kullanılan borik asitten meydana gelen yeni karışımın, Türkiye’de en sık bulunan ağaçlardan olan meşe ve çam ağaçlarının yanmasının geciktirilmesi üzerindeki etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda yapılan çalışmada atık mısır koçanından nişasta elde edilmiş, bu nişasta ile doğal tutkal yapılmıştır. Nişasta tayini lügol çözeltisiyle yapılmış, tutkalın kalitesini analiz etmek için viskozite ve yoğunluk tayini yapılmıştır. Tutkalın saklama koşulları belirlenmiştir. Daha sonra farklı oranlarda tutkal ve borik asit çözeltileri hazırlanmıştır ve bu solüsyonların pH değerleri pH metre ile belirlenmiştir. Farklı oranlarda hazırlanan tutkal ve borik asit karışımları, çam ve meşe ağacı örnekleri üzerinde yanma testleri yapılmıştır. Sonuç olarak tutkal oranı yüksek olan borik asit karışımlarında ağaç örneklerinin daha geç tuttuğu ya da alevin ilerlemediği belirlenmiştir. Böylece yeni hazırlanan doğal tutkalın alev geciktirici kimyasalların etkinliğini arttırabildiği, ağaca daha iyi nüfuz etmesini sağlayarak yüksek sıcaklıklarda buharlaşmasını önleyebildiği ve ağaçların geç tutuşmasına sebep olduğu ortaya çıkarılmıştır.

4. Yöntem

Çalışmalarımız için Bayrampaşa Bilim Merkezi biyoloji laboratuvarı imkânlarından faydalanılmıştır. Bu süreçte proje aşağıda belirtilen iş-zaman çizelgesi çerçevesinde tamamlanarak raporlanmıştır.

Tablo 1. Proje iş-zaman çizelgesi

İşin Tanımı	AYLAR								
	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak
Literatür Taraması	X	X	X	X	X	X	X	X	
Veri Toplanması	X	X	X	X	X	X	X		
Laboratuvar Çalışmaları ve Verilerin Analizi					X	X	X		
Proje Raporu Yazımı					X	X	X	X	X

4.1 Atık Mısır Koçanından Nişasta Eldesi

Atık mısır koçanı küçük parçalar halinde kesildikten sonra 60°C'de etüvde birkaç saat bekletilerek kurutuldu. Sonra öğütücüde 1 mm olacak şekilde öğütüldü. Elde edilen mısır koçanı ile %1.7'lik NaOH (150 ml) çözeltisi ile karıştırılıp buzdolabının alt kısmında (+4°C) 36 saat bekletildi. Daha sonra distile su ile muamele ettirilip filtre edildi (Gönül, 2019; Zıba, 2016) (Şekil 2).



Şekil 2. Atık Mısır Koçanından Nişasta Eldesi

4.2 Nişasta Tayini

Atık mısır koçanından elde edilen sarı renkli süzüntüde nişasta olup olmadığını kontrol etmek için lügol çözeltisi ile nişasta tayini yapıldı. Ticari mısır nişastası ve su ile bir çözelti oluşturuldu. Bir deney tüpünün içine ticari mısır nişastası ile yapılan çözelti koyuldu. Diğer bir deney tüpünün içine de atık mısır koçanından elde ettiğimiz sarı renkli süzüntü konuldu. Daha sonra içine birkaç damla lügol çözeltisi konularak koyu lacivert renk oluşması gözlemlendi.

4.3 Nişastadan Doğal Tutkal Eldesi

Mısır koçanından elde edilen nişastadan 20 g ile 30 g toz şeker, 2 g limon tuzu ve 100 ml distile su beherin içinde karıştırıldı. Daha sonra elektrikli ısıtıcıyla kaynayanaya kadar karıştırıldı. Kaynatarak kıvam alan tutkal karışımı oda sıcaklığına gelene kadar soğumaya bırakıldı (Şekil 3).



Şekil 3. Nişastadan Doğal Tutkal Eldesi

4.4 Tutkalın Yapışma Testi ve Saklama Koşulları

Elde edilen tutkal kağıt, ve çam ağacı yüzeyleri yapıştırmak için kullanıldı. Tutkalın dayanma gücünü ve stabilitesini belirlemek için 2 adet tutkal örneğinin birini oda sıcaklığında diğerini ise buzdolabında +4°C'de bir süre beklettik. Gözlemlediğimiz sonuçları kaydettik.

4.5 Tutkalın Yoğunluğunun Belirlenmesi

Tutkalın yoğunluğu piknometre yardımıyla belirlendi. Öncelikle boş piknometrenin terazide darası alındı. Daha sonra piknometre saf su ile doldurulur. Piknometrenin kapağını örtülerek fazla su taşırılır. Dış çeperi kurularak tartılır. Saf su boşaltılır ve piknometre kurutulur. Yoğunluğu belirlenecek sıvı ile piknometre doldurulur. Daha sonra piknometrenin kapağı örtülerek fazla sıvı taşırılır. Dış çeperi kurularak tartılır. Örnek tartıldıktan ve dara çıktıktan sonra elde edilen değerler formül 1'de yerlerine konularak örneğin yoğunluk hesaplanır.

$$d \text{ (g/ml)} = \frac{(\bar{O}-D)}{(S-D)} \quad (1)$$

d: yoğunluk

D: Piknometrenin boş ağırlığı (g)

S: Damıtık su ile dolu piknometrenin ağırlığı (g) (Piknometrenin su değeri)

Ö: Örnek ile dolu piknometrenin ağırlığı (g)

4.6 Viskozite Ölçümü

Atık mısır koçanından elde edilen tutkalın viskozitesi “Limit hız yöntemi (Düşen bilye yöntemi)” ile belirlenmiştir. Viskozite değeri formül 2 ile hesaplanmıştır.

$$\eta = 2gr^2 (d' - d) / 9v \quad (2)$$

η : viskozite katsayısı, **g :** yer çekimi kuvveti, **r :** bilyenin yarı çapı, **d' :** kürenin yoğunluğu **d :** sıvının yoğunluğu, **v :** düşme hızı

4.7 Tutkal İçin %5'lik Borik Asit Çözeltisi Hazırlama

Bir balon jolye 12,5 g borik asit konuldu. Balon jolye distile su ile 250 ml'ye tamamlandı.

4.8 Tutkal+Borik Asit Karışımının Hazırlanması

Farklı oranlarda 4 tane tutkal-borik asit karışımı hazırladık. Hazırladığımız karışımların isimleri ve içerdikleri tutkal ve borik asit oranları ve miktarları Tablo 1'deki gibidir.

Tablo 2. Farklı oranlarda hazırlanan karışımların içeriğindeki tutkal ve borik asit yüzdesi ve hacimleri

	Tutkal Hacmi	Borik Asit Hacmi
0.Karışım (%0 tutkal + %100 borik asit)	-	20 ml
1.Karışım (%25 tutkal + %75 borik asit)	5 ml	15 ml
2.Karışım (%50 tutkal + %50 borik asit)	10 ml	10 ml
3.Karışım (%75 tutkal + %25 borik asit)	15 ml	5 ml

4.9 Yakma Testleri

Meşe ve çam ağacı örneklerinden 8'er tane eşit boyda (8-10 cm) olacak şekilde örnekler hazırladık. Sonra örnekleri 0., 1., 2. ve 3.karışım ile muamele ettirdik. Bu örnekler 2 gün kurumaya bırakıldı. Daha sonra, tutuşma sürelerini ve belirli bir sürede ne kadar boyda ağaç örneklerinin yandığını belirlemek ve alevin ne kadar ilerlediğini tespit etmek amacıyla yakma işlemlerini uyguladık. Meşe ve çam ağacından karışımlarla etkileştirdiğimiz 4'er örneği kendiliğinden yanmaya devam edene kadar ateşle muamele ettirildi. Kronometre ile zaman hesaplanarak kendiliğinden yanmaya başlama süreleri “tutuşma süreleri” olarak kaydedildi. Daha sonra meşe ve çam ağacından karışımlarla etkileştirdiğimiz 4'er örneği 45 sn alevle etkileştirdik. Daha sonra tüm ağaç örneklerinin yanan boy miktarlarını kaydettik (Şekil 4).



Şekil 4. Farklı ağaç örneklerine yakma testleri uygulanması

4.10 pH Ölçümleri

Hazırlanan tutkalın ve 4 karışımın da pH metre ile pH değerleri belirlendi (Şekil 5).



Şekil 5. Farklı oranlarda hazırlanan borik asit-tutkal karışımlarının pH ölçümlerinin yapılması

4.11 BULGULAR

4.11.1 Atık Mısır Koçanından Nişasta Eldesi

Atık mısır koçanından işlem başında tartıldı ve tartım sonucu taneleri olmayan bir mısır koçanının ağırlığı 120 gram olarak belirlendi. Nişasta eldesi için hazırlanan NaOH çözeltisiyle muamelesi sonucu önce sarı renkli bir karışım oluştu. Daha sonra süzülen karışımın altta kalan süzüntüsü kurutuldu ve 22 gram nişasta elde edildiği görüldü. Böylece bir mısır koçanından yaklaşık % 18 oranında nişasta elde edilmiş oldu. Tanelerin mısır oranlarının %20-40 arası değişim gösterebildiği ve bir mısır koçanı ve tanelerinde yaklaşık %40-60 oranında nişasta bulunabildiğine göre, elde ettiğimiz % 18 oranında nişasta verimi tutarlı görünmektedir (Er, 1998; Özlem, 2014) (Şekil 6).



Şekil 6. Atık Mısır Koçanından Elde Edilen Nişasta

4.11.2 Nişasta Tayini

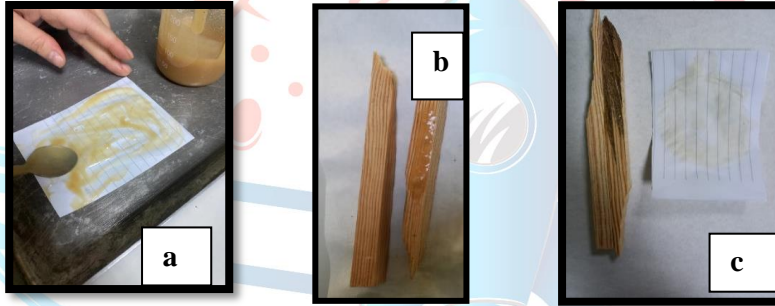
Polisakkaritler ve iyot çözeltisi (lügol çözeltisi) ile etkileştirildiğinde karakteristik renkler verirler. Nişasta, nişasta-iyot kompleksi oluştuğu zaman koyu mavi (lacivert) renk vermektedir (Alan, 2010). Bu bilgiden yola çıkarak atık mısır koçanından elde edilen sarı renkli süzüntüde nişasta olup olmadığını kontrol etmek için lügol çözeltisi ile nişasta tayini yapıldı. Ticari mısır nişastası ve su ile bir çözelti oluşturuldu. Bir deney tüpünün içine ticari mısır nişastası ile yapılan çözelti koyuldu. Diğer bir deney tüpünün içine de atık mısır koçanından elde ettiğimiz sarı renkli süzüntü konuldu. Daha sonra içine birkaç damla lügol çözeltisi konularak koyu lacivert renk oluşması gözlemlendi. Böylece atık mısır koçanından elde ettiğimiz nişastanın varlığını ispat etmiş olduk (Şekil 7).



Şekil 7. Lugol Çözeltisi ile Nişasta Tayini

4.11.3 Tutkalın Yapışma Testi ve Saklama Koşulları

Ağaç yüzeyinde kullanılmak üzere ürettiğimiz tutkalın, ağaç yüzeylerine uygulandığında yapışma özelliği göstermesi beklenmektedir. Bu açıdan kağıt ve çam ağacı örneği üzerinde tutkal denenmiş ve kağıtların oldukça kısa bir sürede başarıyla birbirine yapıştığını ve ayrıca çam ağacı örneklerinin de başarıyla birbirine yapıştığını gözlemledik (Şekil 8).



Şekil 8. Tutkalın kağıt (a), ağaç (b) yüzeye uygulanması ve yüzeylerin yapışması (c)

Tutkalın dayanma gücünü ve stabilitesini belirlemek için 2 adet tutkal örneğinin birini oda sıcaklığında diğerini ise buzdolabında +4°C’de bir süre beklettik. Gözlemlediğimiz sonuçlara göre oda sıcaklığında bekletilen tutkal 3 hafta kadar sonra küflenmeye başladı. Buzdolabında +4°C’deki tutkalı ise 3 ay sonra incelediğimizde küflenme olmadığını gördük. Ayrıca +4°C’de bekletilen tutkalın 3 ay sonra tekrar kağıt ve ağaç yüzeylerde yapıştırılmasını denediğimizde başarıyla yüzeylerin yapıştığını gözlemledik. Bu sonuçlar doğrultusunda atık mısır koçanından ürettiğimiz tutkalın en az 3 ay +4°C’de stabilitesini koruduğunu söyleyebiliriz.

4.11.4 Tutkalın Yoğunluğunun Belirlenmesi

Tutkalın yoğunluğu piknometre yardımıyla belirlendi (Şekil 9).

$d \text{ (g/ml)} = (\ddot{O} - D) / (S - D)$ formülüyle tutkalın yoğunluğu hesaplandı. Buna göre;

d: yoğunluk (g/cm³)

D: Piknometrenin boş ağırlığı (g)

S: Distile su ile dolu piknometrenin ağırlığı (g)

Ö: Örnek ile dolu piknometrenin ağırlığı (g)

D=34.44 g

Ö=85.85 g

S=84.46 g

$d \text{ (g/cm}^3\text{)} = (\ddot{O} - D) / (S - D) = 85.85 - 34.44 / 84.46 - 34.44 = 1.02 \text{ g/cm}^3$

Tutkalın yoğunluğu 1.02 g/cm³ olarak belirlendi. Ürettiğimiz

tutkalın yoğunluğu literatürdeki tutkal yoğunluk değerleriyle (1.05-0.9 g/cm³) tutarlı olduğu tespit edildi (Atar, 2007).



Şekil 9. Piknometre ile Yoğunluk Ölçümü

4.11.5 Viskozite Ölçümü

Atık mısır koçanından elde edilen tutkalın viskozitesi “Limit hız yöntemi (Düşen bilye yöntemi)” ile belirlenmiştir. Buna göre kapiler bir tüpün içine tutkal doldurulmuş ve tüpün belirlenen iki noktası arasından düşme süresi kronometreyle hesaplanmıştır. Daha sonra bulunan değerler formül 2’de yerine konularak tutkalın viskozite değeri tespit edilmiştir.

$$\eta = 2gr^2 (d' - d) / 9v \quad (2)$$

η : viskozite, g : yer çekimi kuvveti, r : bilyenin yarıçapı, d' : bilyenin yoğunluğu d : sıvının yoğunluğu, v : düşme hızı, h : bilyenin kat ettiği yol t : bilyenin yolu kat etme süresi

$$V = h/t \quad (3)$$

$$h = 2.3 \text{ cm} = 0.23 \text{ m} \quad t = 50 \text{ sn} \quad V = 0.23/50 = 0.0046 \text{ m/sn}$$

$$r = 0.5 \text{ cm}, \quad d' = 4.5 \text{ g/cm}^3, \quad d = 1.02 \text{ g/cm}^3$$

$$\eta = 2gr^2 (d' - d) / 9v = 2 \cdot 10 \cdot (0.5)^2 / 9 \cdot (0.0046) = 120.77$$

Tutkalın viskozitesi 120.77 olarak belirlendi. Ürettiğimiz tutkalın viskozitesi literatürdeki tutkal viskozite değerleriyle tutarlı olduğu tespit edildi (Atar, 2007).

4.11.6 pH Ölçümleri

Tablo 3. Tutkal ve Tutkal-Alev Geciktirici Karışımlarının pH değerleri

	pH Değeri
Tutkal	5.75
0. Karışım (borik asit)	4.09
1. Karışım	5.20
2. Karışım	5.25
3. Karışım	5.25

pH değeri, bir çözeltinin asitlik ve bazlık derecesini ifade etmektedir. Bitkilerin gelişimi ve toprak verimi açısından pH değeri çok önemli parametrelerden biridir. Uygun olmayan pH değerlerinde bitki gelişiminin durduğu, topraktan çıkan ürünlerin azaldığı ya da durabildiği belirlenmiştir. Bu açıdan yangına müdahale sırasında uygulanacak solüsyonların pH değeri toprağa ve bitkilere zarar vermeyecek aralıkta olmalıdır. pH metre ölçüm cihazıyla yaptığımız pH ölçümleri sonucunda elde ettiğimiz tutkalın pH değerini 5.75 olarak belirledik. Bu değer, bitkilerin en iyi gelişim gösterdiği pH aralığı (5.0-7.5) ve farklı toprak çeşitlerinin sahip olduğu pH aralığı (4-10) göz önünde bulundurunca oldukça uygun ve bitki ve ormana zarar vermeyecek bir pH değerine sahip bir tutkal ürettiğimizi ortaya çıkarmaktadır (Tablo 2). Ayrıca borik asitin pH değeri ise 4.09 olarak belirlendi. 4.09 ise birçok bitki ve ağaç türü için oldukça asidik kalan ve bitkilerin zarar görebileceği bir değerdir. Çeşitli tutkal karışımlarıyla hazırladığımız karışım değerleri ise 5.20 -5.25 arası bulunmuştur. Bu sonuçlar doğrultusunda tek başına borik asit alev geciktiricisinin orman yangınlarına müdahalede uygun pH da olmadığı için bitkiler için zararlı olabileceği, tutkal karışımı ile borik asit karışımının orman yangınlarına müdahalede uygulanması durumunda ise bitki ve toprak sağlığı için daha uygun bir pH değeri elde edilebileceği sonucuna ulaşılabilmektedir (Erdal).

4.11.7 Yakma Testleri

Özel bir firmadan satın aldığımız meşe ve çam ağacı örneklerini tutkal-borik asit karışımında 2 gün oda sıcaklığında ve eşit nem oranında olacak şekilde aynı odada bekletip kurumasını sağladık. Bu örneklerin yakma işlemini basit bir ev tipi uzun gerçekleştirdik.

4.11.7.1 Tutuşma Süreleri

Önceden hazırladığımız tutkal-borik asit karışımında 2 gün bekleyip kuruyan 4'er tane meşe ağacı örneklerini alev ile muamele ettirdiğimizde sırasıyla 0., 1., 2. ve 3. karışımli meşe çıraları 20.sn, 23.sn, 30.sn ve 53.sn'de tam tutuştuğunu tespit ettik. Bununla birlikte 2. ve 3.karışımli muamele edilen meşe çıralarının tutuştuktan çok kısa bir süre sonra söndüğünü, alevin ilerleyemediğini gözlemledik (Şekil 10).



Şekil 10.
Farklı oranlarda borik asit-tutkal karışımlarıyla muamele ettirilmiş meşe ağacı örneklerinin yakma testi sırasındaki farklı sürelerdeki görüntüleri

Aynı işlemi 0., 1., 2. ve 3. karışımli etkileştirdiğimiz çam çıraları için tam tutuşmanın 6.sn, 9.sn, 24.sn ve 45.sn'de gerçekleştiğini bulduk. Yine 2. ve 3.karışımli muamele ettirdiğimiz çam çıraları ise tutuştuktan kısa bir süre sonra alev ilerlemeden sönmeye eğilimi gösterdiğini gördük (Şekil 11).





Şekil 11. Farklı oranlarda borik asit-tutkal karışımlarıyla muamele ettirilmiş çam ağacı örneklerinin yakma testi sırasındaki farklı sürelerdeki görüntüleri

Tablo 4. Meşe ve çam ağacı örneklerinin tutuşma süreleri

	0.Karışım	1.Karışım	2.Karışım	3.Karışım
Meşe	20	23	30	53
Çam	6	9	24	45

Yapılan yanma testlerini desteklemek için 0., 1., 2. ve 3.karışım ile etkileştirdiğimiz meşe ve çam ağacı örneklerini 45 sn alevde tuttuk. Örneklerin yanma miktarlarını ölçtük ve elde ettiğimiz sonuçlar Tablo 5’deki gibidir.

Tablo 5. Meşe ve çam ağacı örneklerinin 45 sn alevde tutulduktan sonra yanan miktarları

	0.Karışım	1.Karışım	2.Karışım	3.Karışım
Meşe	1,5 cm	1 cm	0,8 cm	0,6 cm
Çam	2 cm	1,5 cm	0,5 cm	0,4 cm

Bu sonuçlar ile tutkal ve borik asit karışımlarında tutkal oranı arttıkça ağaç örneklerindeki tutuşma sürelerinin ve alevin ilerlemesinin yavaş olduğunu belirledik. 45 sn boyunca alevle muamele ettirdiğimizde de tutkal oranı yüksek olan karışımla muamele ettirdiğimiz ağaç örneklerinin daha az miktarlarının yandığını belirledik. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda alev geciktirici ve tutkaldan hazırladığımız karışımın yangına müdahale sırasında tutuşmayı yavaşlatıcı ve alevlerin ilerlemesini önleyici yönde etki yaptığı söylenebilir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Orman yangınlarının küresel ısınma ve artan hava sıcaklıklarıyla artması küresel çapta bir felaket haline gelmeye başladı. Yangın sırasında yapılan çeşitli müdahalelerden biri de alev geciktirici kimyasallarla yangınlara müdahale etmek olmaktadır ancak alev geciktirici kimyasallar, hızlı buharlaşmaları, yangın sırasında ortaya çıkan gazlar ve nemden dolayı etkinliklerini ve verimini yitirmeleri gibi sebeplerle yeterli olamamaktadır. Bu sebeple yaptığımız çalışmada alev geciktirici bir kimyasal olan borik asite atık mısır koçanından elde ettiğimiz nişasta ile oluşturduğumuz tutkalı ekledik. Literatürde orman yangınlarını önlemek için hazırlanan, alev geciktirici kimyasallar ile tutkaldan elde edilen bir solüsyon geliştirme çalışması bulunmamaktadır. Bu açıdan projemiz özgün ve inovatiftir.

Çalışmamızın ana kaynağını bir atık olarak seçmemizin sebebi, kaynak israfını önlemek, sürdürülebilir projeler geliştirerek enerji tasarrufu sağlamaktır. Her yıl binlerce ton mısır koçanı konserve mısır üretim merkezlerinde çöpe gitmektedir. Bu anlamda oldukça ekonomik şekilde elde edilebilecek bu tutkalla hem atık mısır koçanları değerlendirilecek hem de doğaya zarar vermeyen, doğal bir tutkal üretilebilecektir. Bu açıdan orman yangınlarını önlemede

kullanılacak doğal tutkal, biyoyumlu, doğada yok olabilen, canlılara zarar vermeyen ve daha önce bu amaçla denenmemiş bir tutkal türüdür.

Tutkalların ağaç malzemeler üzerinde empenye maddesi olarak kullanımı oldukça yaygındır (Arslan, 2009). Ancak literatüre bakıldığında yangın söndürme amacıyla kullanılmak üzere alev geciktirici ve tutkal karışımı kullanılarak hazırlanan etkin bir alev geciktirici solüsyon çalışması bulunmamaktadır. Ayrıca bu amaç için atık mısır koçanının doğal tutkal eldesi için kullanımı da ilk defa olmaktadır. Tüm bu yönlerden hazırlanan proje yeni ve farklıdır.

6.Uygulanabilirlik

Hazırladığımız bu projede küresel bir kriz haline gelen orman yangınlarına yenilikçi, doğal ve ekonomik bir sistemle müdahale etme fikrini geliştirdik. Buna göre alev geciktirici kimyasallar ile atık mısır koçanından elde edilen nişasta temelli doğal tutkaldan elde edilen solüsyonlar, orman yangınları başladığı anda yangının olduğu bölgeye ve/veya yangının yanındaki henüz alevlerin sıçramadığı bölgeye helikopterler, hortumlar gibi yöntemlerle fişkırtma şeklinde uygulanır. Doğal maddelerden üretilmesi, biyoyumluluğu, kısa sürede doğada kendiliğinden yok olabilecek olması ve hazırlanan tutkalın borik asitin pH miktarını da yükseltmesi sayesinde uygulanan ormanlık bölgedeki hayvan ve bitkilere neredeyse hiç zararı olmayan bu yeni karışımın uygulanabilirliği sağlıklı ve çevrecidir.

Atık mısır koçanından elde edilen tutkal sayesinde çok küçük bir maliyetle doğal tutkal elde edilmiştir. Bu açıdan sadece borik asitin maliyeti ile yeni geliştirilen bu doğal tutkal alev geciktirici solüsyon uygulanabilirliği ekonomiktir.

Orman yangınları sırasında zaten her ülkenin yetkili bakanlığı tarafından uyması gereken söndürme standartları ve organizasyonu bulunmaktadır. Bu açıdan yeni hazırlanan solüsyon akışkanlığı düşük, kolay fişkırtılabilir olduğu için zaten var olan söndürme sistemlerine kolayca entegre edilebilir ve uygulanabilir. Böylece bu yeni solüsyonun uygulanabilirliği oldukça kolaydır.

Orman yangınlarını söndürmek için yeni geliştirilen borik asit ve doğal tutkal karışımını içeren bu proje için öncelikle teknolojik hazırlık seviyesi 1'den yola çıkılarak bilimsel literatür taraması yapılmış konuyla ilgili detaylı araştırmalar ve kaynaklarla proje ile ilgili ilk bilimsel metodoloji oluşturulmuştur. Daha sonra deneysel tasarım geliştirilerek teknolojik hazırlık seviyesinin 2. basamağı gerçekleştirildi. Atık mısır koçanından nişastanın sentezi, tayini, doğal tutkalın sentezi ve ilgili analizlerinin gerçekleştirilmesi, pH analizleri ve yakma deneyleri gerçekleştirilerek teknolojik hazırlık seviyesi 3 aşamasına erişilmiştir (Tablo 1).

Tablo 6. Projenin teknolojik Hazırlık Seviyesi-Zaman Tablosu

		AYLAR									
		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
THS 1	Literatür Taraması	X	X	X	X						
	Veri Toplanması	X	X	X	X						
	Bilimsel Metodoloji Oluşturulması			X	X						
THS 2	Potansiyel Kaynakların Taranması					X	X				
	DeneySEL Tasarımın yapılması					X	X				
THS 3	Sentez ve Analiz						X	X	X		
	Yakma Çalışmaları								X		
	Raporlama								X	X	X

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Doğal tutkalı atık mısır koçanından elde ettik. Mısır Türkiye’de kolay yetiştirilen, ekonomik ve bol bulunan bir bitki türüdür. Mısır taneleri, ve nişasta elde edilmesiyle Türkiye’de bolca kullanılan bir besindir. Ancak koçanı atık ürün olarak her yıl ciddi miktarda çöp oluşturmaktadır. Bu açıdan atık mısır koçanının değerlendirilebildiği yeni ürünlerin geliştirilmesi ülke ekonomisine büyük katkı sağlayacaktır.

Doğal tutkalı atık üründen elde ettiğimiz nişastadan, limon suyundan ve şekerden elde ettik. Dolayısıyla tutkal için sadece şeker ve limon suyu masrafı bulunmakla beraber bu masraflar tutkalın kilogramı başına 15 tl olmaktadır. Borik asitin ise 1 kg miktarının maliyeti 40 tl dir. Dolayısıyla yangın söndürmek için kullanılacak 1 kg tutkal ve borik asit karışımının toplam maliyeti 25-30 tl olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında oldukça düşük maliyetli bir yangın söndürme ürünü geliştirilmiş olacaktır.

Çalışmalarımız için Bayrampaşa Bilim Merkezi biyoloji laboratuvarı imkânlarından faydalanılmıştır. Proje başında 1 kg borik asit alınmış ve 40 tl ödeme yapılmıştır. 1 k şeker ve 1 paket limon tuzu alınmış ve 35 tl ödeme yapılmıştır. Bunun dışında filtre kağıdına 500 tl, çam ve meşe ağacı örneklerine 50’şer tl ödeme yapılmıştır.

Çalışmalarımızda; atık mısır koçanı, toz şeker, limon tuzu, borik asit, distile su cihazı (nüve), hassas terazi (Ratwag), filtre kağıdı (Whatman), beher (IsoLab), stokların depolanması için buzdolabı (Indesit), çam ve meşe ağacı örnekleri (ticari) kullanılmıştır.

Tablo 7. Projenin Dönemsel Harcama Planı

Dönemsel Harcama Planı									
	Tasarım					Üretim	Test		Raporlama
	Literatür Taraması	Veri Toplanması	Bilimsel Metodoloji Oluşturulması	Potansiyel Kaynakların Taranması	Deneyisel Tasarımın yapılması	Sentez	Analiz	Yakma Çalışmaları	Raporlama
AYLAR	Haziran								
	Temmuz								
	Ağustos								
	Eylül								
	Ekim								
	Kasım						575 tl		
	Aralık								
	Ocak							100 tl	
	Şubat								
	Mart								

Tablo 8. Proje Uygulama-Zaman Takvimi

		AYLAR									
		Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart
Tasarım	Literatür Taraması	X	X	X	X						
	Veri Toplanması	X	X	X	X						
	Bilimsel Metodoloji Oluşturulması			X	X						
	Potansiyel Kaynakların Taranması					X	X				
	Deneyisel Tasarımın yapılması					X	X				
Üretim	Sentez						X	X	X		
Test	Analiz						X	X	X		
	Yakma Çalışmaları								X		
Raporlama	Raporlama								X	X	X

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Yeryüzünün %31'ini kaplayan ormanlar, çeşitli büyüklükteki ağaçları, çalılıarı, otsu bitkileri, mantarları ve mikroorganizmaları kapsamaktadır. Yeryüzünün canlılık dengesinin en önemli parametrelerinden birini ormanlar oluşturmaktadır. Ağaçlar, güneşten aldıkları enerjiyi oksijen ve suya döndürebilen bir mekanizmaya sahip canlıları içerir (Atav, 1996).

Orman Genel Müdürlüğü'nün hazırladığı rapora göre ülkemizde en çok bulunan ağaç çeşitlerinden birkaç tanesi şunlardır: Ihlamur ağacı, kavak ağacı, çınar ağacı, çam ağacı, meşe ağacıdır. Aynı rapora göre Türkiye'deki ormanlar 21 milyon hektarın üzerinde bir araziyi kaplamaktadır. Türkiye'de en çok bulunan ağaçlar sırasıyla %30 oranında meşe ağacı, %25 oranında kızılçam ağacı ve %19 oranında ise karaçam ağacı oluşturmaktadır.

Dünyada her yıl sayıları artarak gerçekleşmekte olan orman yangınlarının sayıları, Türkiye’de de 1900’lü yılların başından 2020’ye kadar neredeyse 2-3 katı kadar artış göstermiştir (Şekil 1). Bu yangınlardaki yanan alanların yüzölçümünün de binlerce hektar alanları bulan sayılarla ifade edilebildiği göz önünde bulundurulduğunda bu yangınların her geçen yıl ülkemiz için kısa vadede ve uzun vadedeki sonuçları tahmin edilebilir. Biyolojik türler için vazgeçilmez bir habitat sağlayan ormanların kaybı Türkiye’deki canlı türlerinin sayılarının azalmasına hatta soylarının tükenmesine yol açarak ekosistem dengesinin bozulmasına büyük ölçüde katkı sağlar (Avcı, 2021).

Tüm bu açılardan projenin hedef kitlesi yeryüzündeki tüm canlılardır. Ormanları habitat olarak kullanan hayvanlar ve bitkiler, en önemlisi insanların yararına olacak bu projenin yaygınlaştırılması ve geliştirilmesi ve bu tür projelerin arttırılması canlıların yararına olacaktır.

9.Riskler (10 puan)

Orman yangınlarını önlemek için hazırlanan bu projede kullanılan borik asit ve doğal tutkal karışımını hazırlarken ayrı ayrı tutkal ve borik asit konsantrasyonlarına çok dikkat edilmelidir. Bu projede %0, %25, %50 ve %75 olmak üzere tutkal oranlarına sırasıyla %100, %75, %50 ve %25 olmak üzere borik asit oranları kullanarak 4 farklı karışım hazırladık. Ancak borik asit miktarının aşırı düşük tutulması bu solüsyonun etkinliğini azaltarak alev geciktirme fonksiyonunu yerine getirememesine sebep olacaktır. Bu karışımlar hazırlanırken mutlaka pH değerleri iyi ayarlanmalıdır. Çünkü borik asitin pH değeri çok asidik olursa canlıların gelişimine zarar verebilir. Bizim hazırladığımız karışımların pH kontrolü yapılmış ve canlılara zarar vermeyecek düzeyde tutulmuştur. Bu parametreler dışında tutkal doğal, biyoçözünür ve alev almayan maddelerden üretildiği için çevreye zarar vermeyecek ve herhangi bir risk içermeyecektir.

10.Kaynaklar (5 puan)

Durkaya, B., Durkaya, A. (2018). Orman Biokütlesinin Atmosfere Katkısı. Academic Platform Journal of Engineering and Science, 6(1), 56-63.

EFFIS, European Forest Fire Information System <https://effis.jrc.ec.europa.eu/>

Arslan A. R., Doruk S., Ayan S., (2009). Tutkal Hattına Katılan Sodyumborat Çözeltisinde Bazı Ağaç Türlerinin Yanma Direncinin Belirlenmesi, 5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu (IATS’09), Karabük, Türkiye

Avcı M., Korkmaz M., (2021). Türkiye’de orman yangını sorunu: Güncel bazı konular üzerine değerlendirmeler. Turkish Journal of Forestry 22.3: 229-240.

Pamukçu A., Demirbaş p., Çağlayan, S., Çalışkan, B.K., Kılıç, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., Oliver, C. D. 2020. Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu. Doğa Koruma Merkezi, Ankara

Katircioğlu -Bayel D., (2018). Alev Geciktirici Mineral Dolgu Maddeleri. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(3), 1175-1179.

Aydın, D. Y., Gürü, M., Ayar, B., & Çakan yıldırım, Ç. (2016). Bor bileşiklerinin alev geciktirici ve yüksek sıcaklığa dayanıklı pigment olarak uygulanabilirliği. *Journal of Boron*, 1(1), 33-39.

Arslan, A., Doruk, Ş., Ayan, S. (2009). Tutkal Hattına Katılan Sodyumborata Çözeltisinde Bazı Ağaç Türlerinin Yanma Direncinin Belirlenmesi.

Fidan M., Ertaş M., (2010). Orman Ürünleri Sanayisinde Sentetik Tutkallara Alternatif Olarak Doğal Tutkalların Kullanılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Cilt: V Sayfa: 1743-1753.

Er, C. (1998). Nişasta ve şeker bitkileri.

Gimenez, A., Pastor, E., Zárata, L., Planas, E., & Arnaldos, J. (2004). Long-term forest fire retardants: a review of quality, effectiveness, application and environmental considerations. *International Journal of Wildland Fire*, 13(1), 1-15.

ATAV, E. (1996). Ormanların Önemi ve Yok Olma Nedenleri.

Baş, R. (2014). Türkiye’de orman yangınları nedenleri, zararları ve yangınlara karşı alınacak önlemler. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 27(2), 52-73.

LeVan, S. L., & Winandy, J. E. (1990). Effects of fire retardant treatments on wood strength: a review. *Wood and fiber science*, 22(1), 113-131.

Can, T., (2013). Ormanın Kitabı, WWF-Türkiye.

Türkiye Orman Varlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Yayın No:115, Envanter Serisi No:17, 2015.

Bakanlığı, O. V. S. İ., Müdürlüğü, O. G., Ormanlarımızda Yayılış Gösteren Asli Ağaç Türleri.

Ertuğrul, M. (2007). Orman yangınlarında kullanılan kimyasal maddeler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9(12), 11-19.

Gönül G., (2019). Meşe Palamudundan Nişasta Eldesi, HPAS Sentezi ve Karakterizasyonu, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi FBE, Yüksek Lisans Tezi.

Zıba C. A., Akarsu S., (2016). Tekstil Atığı “Klima Tozu”ndan Selüloz Eldesi: Nitroselülozun Sentezi ve Karakterizasyonu, KSU. *Journal of Engineering Sciences*, 19(3).

Özlem, A. L. A. N., Kınacı, E. (2014)., Hasat Sonrası Değerlendirme Şekillerine Göre Şeker Mısırın Tane Kalitesinde Meydana Gelen Değişimlerin Belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 49-58.

Erdal İ., Bitkilerin Mineral Beslenmesini Etkileyen Bazı Faktörler, Bölüm 11.

Atar M., (2007). PVAc tutkalında viskozite değişiminin bazı ağaç malzemelerde yapışma direncine etkileri. *Politeknik Dergisi*, 10(1), 85-91.

Alan, Ş., Yıldırım, Ö., & Pınar, N. M. (2010). Türkiye Betula (huş ağacı) ve Corylus (fındık) polenlerinde yer alan nişasta taneleri. *Asthma Allergy Immunology*, 8(2), 108-111.