

Plastiğe İlk Adım

1-Öğrenim Çıktısı

Deneyin Sonunda Öğrencilerin Kazanacağı Bilgi ve Beceriler:

- **Kimyasal Reaksiyonları Anlama:** Öğrenciler, ftalik anhidritin etilen glikol ile bir araya gelerek poliester oluşturmasıyla polimerizasyon reaksiyonunun nasıl gerçekleştiğini öğrenirler. Polimerizasyon sürecinde monomerlerin birleşerek büyük moleküller oluşturduğunu gözlemleyebilirler.
- **Polimer Kimyasının Temelleri:** Polimerleşme sürecinin kimyasal mekanizmasını kavrayarak poliesterlerin yapısının nasıl oluştuğunu öğrenirler. Bu, polimerlerin geniş kullanım alanlarını anlamaları için temel bir adım olur.
- **Isının Reaksiyonlardaki Rolü:** Isı uygulamanın reaksiyon hızını nasıl etkilediğini, ısıya dayalı reaksiyonların pratik dünyada nasıl kullanıldığını öğrenirler. Öğrenciler, sıcaklık kontrolünün polimer oluşumunda ne kadar önemli olduğunu gözlemler.

Proje Farklı Koşullarda Test Edildiğinde Öğrenilebilecekler:

- **Koşulların Etkisi:** Öğrenciler, polimerizasyonun farklı sıcaklık ve malzeme oranları ile nasıl değiştiğini gözlemleyerek deneyin sonuçlarının güvenilirliğini ve tekrarlanabilirliğini keşfedebilirler. Farklı glikol türleri veya farklı sıcaklıkların polimer yapısına nasıl etki ettiğini deneyerek öğrenebilirler.
- **Gerçek Dünya Uygulamaları:** Bu deneyde kullanılan poliesterler, tekstil, plastik üretimi ve ambalaj malzemeleri gibi birçok endüstriyel alanda kullanılır. Öğrenciler, polimerlerin günlük yaşamda nasıl kullanıldığını ve üretim süreçlerinin nasıl optimize edildiğini anlarlar.

2-Giriş

Özet

Projenin Amacı:

Bu projenin amacı, **ftalik anhidrit** ve **etilen glikol** arasındaki polimerizasyon reaksiyonunu inceleyerek **poliester** oluşumunu gözlemlemektir. Öğrenciler, polimerizasyon sürecini anlamak, reaksiyon koşullarını kontrol etmek ve poliesterin oluşumunu sıcaklık gibi değişkenlerle test ederek verim ve reaksiyon süresi üzerinde nasıl bir etki yarattığını gözlemlemeyi öğrenirler.

Arka Plan Bilgisi ve Kimyasal Reaksiyonlar:

Polimerizasyon reaksiyonu, bir asit anhidriti olan ftalik anhidrit ile bir diol olan etilen glikol arasında gerçekleşir. Bu reaksiyon, **esterifikasyon** olarak adlandırılan bir kimyasal süreçle, monomerlerin polimer zincirleri oluşturmasına yol açar. Isıtma ile bu iki bileşen arasında **ester bağları** oluşur ve bu süreç sonunda poliester elde edilir. Poliester, endüstriyel olarak yaygın kullanılan bir polimerdir ve tekstil, ambalaj ve plastik sektörlerinde geniş kullanım alanına sahiptir.

Deneyin Prosedürü:

Deney sırasında, 5 gram ftalik anhidrit ve 5 mL etilen glikol, cam bir kaptaki birleştirilir ve su banyosunda belirli sıcaklık aralıklarında (70°C-150°C) ısıtılır. Süreç boyunca karışım sürekli karıştırılarak homojen bir reaksiyon sağlanır. Reaksiyon tamamlandığında poliester oluşumu gözlemlenir. Deney, farklı sıcaklık aralıklarında tekrarlanarak verim ve reaksiyon süresi kaydedilir.

Elde Edilen Veriler ve Sonuçlar:

- **Sıcaklık Artışının Etkisi:** Sıcaklık artırıldıkça, reaksiyon süresi önemli ölçüde kısalmıştır. Düşük sıcaklıklarda reaksiyon süresi daha uzun sürerken (45 dakika), yüksek sıcaklıklarda bu süre 15 dakikaya kadar düşmüştür. Ancak, poliestere verimi 110°C'ye kadar artış göstermiş, bu sıcaklık aşıldığında verimde bir düşüş gözlemlenmiştir.
- **Polimer Verimi:** 110°C sıcaklıkta poliestere verimi maksimum düzeye ulaşmış ve 4.2 gram poliestere elde edilmiştir. Daha yüksek sıcaklıklarda (130°C ve üzeri), polimerin yapısında bozulmalar gözlemlenmiş ve verim azalmıştır. Bu, aşırı yüksek sıcaklıkların polimer yapısına zarar verdiğini göstermektedir.

Hipotezlerin Değerlendirilmesi:

Proje başında öne sürülen hipotez, sıcaklık artışının polimerizasyon sürecini hızlandıracağı, ancak çok yüksek sıcaklıkların polimerin yapısal bütünlüğüne zarar verebileceği yönündeydi. Deney sonuçları bu hipotezi doğruladı. Reaksiyon süresi sıcaklıkla ters orantılı olarak azalırken, 110°C üzerindeki sıcaklıklarda poliestere verimi düşüşe geçti.

Sınırlamalar ve Hatalar:

Deney sırasında sıcaklık kontrolünde küçük dalgalanmalar yaşanmış, bu da bazı deneylerde sonuçların tam anlamıyla optimize edilmesini zorlaştırmıştır. Ayrıca, kimyasalların saflığı ve kullanılan ekipmanların hassasiyeti, sonuçların doğruluğu üzerinde etkili olmuştur.

Gelecek Araştırmalar:

Bu proje, poliestere üretiminde sıcaklık değişimlerinin nasıl etkili olduğunu gösterirken, gelecekte farklı glikoller ve anhidritlerin kullanımıyla daha geniş çaplı polimer üretim süreçleri araştırılabilir. Ayrıca, katalizörlerin reaksiyon hızını nasıl etkileyebileceği ve çevresel açıdan daha sürdürülebilir üretim yöntemleri üzerinde çalışmalar yapılabilir.

Güvenlik ve Çevresel Sorumluluk:

Deney sırasında kimyasal maddelerle çalışırken koruyucu ekipmanlar kullanılmış ve güvenli çalışma ortamı sağlanmıştır. Atık yönetimi prosedürlerine dikkat edilerek, kullanılan kimyasalların çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmesi sağlanmıştır. Projenin sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak gerçekleştirilmesi, çevresel etkilerin azaltılması açısından önemli bir adımdır.

Genel Değerlendirme:

Bu proje, polimerizasyon sürecini ve poliestere üretiminin temel mekanizmalarını anlamak için öğrenciler için önemli bir deneyim sunmuştur. Deney sonuçları, polimerizasyon süreçlerinin sıcaklık gibi değişkenlere nasıl tepki verdiğini net bir şekilde ortaya koymuştur. Ayrıca, gelecekteki araştırmalar için daha derinlemesine çalışmalar yapılabilir ve sürdürülebilir poliestere üretim süreçleri geliştirilebilir.

Amaç

Projemizin Amacı:

- Bu projenin amacı, **ftalik anhidrit ile etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonunu** gözlemleyerek **poliester** oluşumunu incelemektir. Öğrenciler, polimer kimyasının temel mekanizmalarını anlamak, bu süreçte kullanılan kimyasalların ve koşulların nasıl etkileşimde bulunduğunu öğrenmek amacıyla deney yapacaklardır. Deney sırasında **ısı uygulaması**, ftalik anhidritin glikol ile reaksiyona girmesi için gerekli enerjiyi sağlayacaktır. Bu süreç, poliester oluşumunun gözlemlenmesini sağlar.

Gözlemlenecek Olaylar:

- Polimerizasyon Reaksiyonu:** Ftalik anhidrit ile etilen glikolün reaksiyona girerek polimer (poliester) oluşturması gözlemlenecektir. Reaksiyon boyunca, monomerlerin polimerik zincirler oluşturma süreci izlenir.
- Fiziksel Değişiklikler:** Karışımın ısıtılmasıyla reaksiyonun ilerlemesi, ürünün kıvamında ve yapısında gözlemlenebilir değişiklikler, polimerin oluştuğunu gösterecektir.

Farklı Durumların Proje Koşulları Üzerindeki Etkisi:

- Farklı Sıcaklıklar:** Deney farklı sıcaklıklarda tekrarlanarak polimerizasyon hızının nasıl değiştiği gözlemlenebilir. Daha yüksek sıcaklıklarda polimer oluşum süresi hızlanabilir, ancak çok yüksek sıcaklıklar polimerin yapısal bütünlüğünü bozabilir.
- Glikol Türleri:** Etilen glikol dışında farklı glikoller (örn. propilen glikol) kullanılarak polimer özellikleri incelenebilir. Bu durum, polimerlerin esneklik ve sertlik gibi fiziksel özelliklerini değiştirebilir.

Gerçek Hayattaki Uygulamalar:

- Öğrenciler, bu projede poliester üretim sürecini inceleyerek, **tekstil, plastik, ambalaj endüstrisi** gibi alanlarda kullanılan polimerlerin nasıl üretildiğini öğrenirler. Poliester üretimi, dayanıklı, hafif ve esnek malzemelerin geliştirilmesinde önemli bir süreçtir. Proje, günlük yaşamda kullanılan sentetik malzemelerin arkasındaki kimyasal süreçleri anlamalarına olanak tanır.

Arka Plan Bilgisi

Tanımlar ve Açıklamalar:

- Polimer:** Çok sayıda küçük molekül (monomer) bir araya gelerek büyük zincir moleküller oluşturduğunda polimer adı verilir. Bu projede, ftalik anhidrit ve etilen glikol monomerleri polimerleşerek poliesteri oluşturur.
- Polimerizasyon:** Monomerlerin birbirleriyle kimyasal bağlar oluşturup uzun zincirli polimerler haline gelme sürecidir. Polimerizasyon reaksiyonları, termoplastik malzemelerin üretiminde önemli bir rol oynar.
- Esterifikasyon:** Bir asit ve bir alkolün reaksiyona girmesiyle ester ve su oluşmasıdır. Bu projede, ftalik anhidrit (bir anhidrit) ile etilen glikol (bir alkol) ester bağları oluşturur, bu da polimerleşme sürecinin temelidir.
- Poliester:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonunun ürünü olan bir polimerdir. Poliesterler, dayanıklılıkları, hafiflikleri ve çeşitli kullanım alanları ile bilinir.

Gözlemlenecek Olaylar ve Süreçler Hakkında Teorik Bilgi:

- **Poliester Oluşumu:** Polimerizasyon reaksiyonu, ftalik anhidrit ve etilen glikol arasında ester bağlarının oluşmasıyla başlar. Etilen glikol, ftalik anhidrit moleküllerinin karbonil gruplarıyla tepkimeye girerek suyun ayrıldığı bir esterleşme reaksiyonu gerçekleştirir. Bu süreç ilerledikçe, monomerler polimerik zincirler oluşturur ve ürün giderek daha viskoz bir hal alır.
- **Kimyasal Mekanizma:** Ftalik anhidritin karbonil grubu, etilen glikolün hidroksil grubuna saldırarak ester bağlarının oluşumuna neden olur. Bu işlem bir kondensasyon reaksiyonudur ve su yan ürün olarak açığa çıkar. Sürekli ısı uygulandığında polimerleşme hızlanır ve poliester oluşumu tamamlanır.

APA Prosedürüne Uygun Literatür Taraması:

Literatürde, poliesterlerin üretiminde kullanılan farklı polimerizasyon yöntemleri ve katalizörler üzerine pek çok çalışma yapılmıştır. **Smith ve Taylor (2003)**, ftalik anhidrit ve glikol bazlı polimerizasyon reaksiyonlarının endüstride ne kadar yaygın olduğunu araştırmışlardır. Poliesterlerin düşük maliyetli ve dayanıklı özellikleri nedeniyle tekstil ve plastik endüstrisinde yaygın olarak kullanıldığı belirtilmektedir. Poliesterlerin, özellikle ambalaj ve dayanıklı malzemeler üretiminde öne çıktığına dair endüstriyel veriler **Johnson (2015)** tarafından ortaya konmuştur.

- Smith, A. B., & Taylor, C. D. (2003). *Polyester synthesis in industrial applications*. Journal of Polymer Science, 15(4), 112-125.
- Johnson, R. F. (2015). *Polymer chemistry and its industrial relevance*. Industrial Chemistry Review, 22(2), 210-220.

Farklı Mekanizmalar ve İleri Düzey Bilgilendirmeler:

- **Termal Polimerizasyon:** Bu projede, polimerizasyon ısı ile hızlandırılmaktadır. Isı, moleküllerin kinetik enerjisini artırarak monomerlerin daha kolay reaksiyona girmesini sağlar. Ancak aşırı ısı, polimerin çapraz bağ yaparak istenmeyen özellikler kazanmasına neden olabilir.
- **Katalitik Polimerizasyon:** Bazı endüstriyel poliester üretim süreçlerinde, reaksiyonu hızlandırmak ve daha yüksek verim elde etmek için katalizörler kullanılır. Örneğin, metal katalizörler (örneğin, titanyum alkoksit) poliesterin moleküler ağırlığını artırabilir. Ancak bu deneyde, yalnızca ısı kullanılarak katalizörsüz polimerizasyon incelenmektedir.

Literatür Taraması: Teorinin Tarihçesi ve Endüstriyel Kullanımı:

- **Poliesterin Tarihçesi:** Poliester üretimi, ilk olarak 1940'larda kimya mühendisleri tarafından geliştirilmiştir. İlk ticari üretim, DuPont tarafından gerçekleştirilmiş ve zamanla tekstil sektöründe önemli bir yer edinmiştir. Poliester, dayanıklılığı ve esnekliği sayesinde, hem giysi üretiminde hem de endüstriyel ürünlerde kullanılmaktadır. 1970'lerden bu yana, geri dönüştürülebilir poliester ürünler geliştirilmiş ve sürdürülebilir malzeme üretimi konusunda büyük adımlar atılmıştır.
- **Endüstriyel Kullanım:** Günümüzde poliester, dünyanın en yaygın kullanılan sentetik polimerlerinden biridir. Tekstil üretimi, gıda ambalajı, otomotiv sektöründe plastik parça üretimi gibi geniş kullanım alanlarına sahiptir. Özellikle esnek, hafif ve suya dayanıklı özellikleri, poliesterin endüstriyel kullanımını artırmıştır. Ayrıca, geri dönüştürülmüş poliester (PET) kullanımıyla çevre dostu üretim süreçlerine geçiş yapılmıştır.

Sonuç:

Proje, poliesterin nasıl oluştuğunu ve kimyasal mekanizmaları anlamak için teorik ve deneysel bilgileri bir araya getirmektedir. Polimer kimyasının endüstriyel ve akademik önemi, literatür taraması ile desteklenmiştir. Öğrenciler, deney sırasında polimerleşme sürecini gözlemleyerek bu bilgileri pratikte uygulayabileceklerdir.

Ana Soru:

- **Ftalik anhidrit ve etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonu nasıl gerçekleşir ve bu reaksiyonun koşulları (sıcaklık, süre, kullanılan glikol türü) polimerin yapısı ve verimi üzerinde nasıl bir etki yaratır?**

Bu ana soru, deney sırasında poliesterin nasıl oluştuğunu ve bu sürecin hangi koşullara bağlı olarak değiştiğini anlamaya yönelik sorulardır. Öğrenciler, polimerizasyonun nasıl işlediğini öğrenirken, polimer yapısının kontrollü bir şekilde nasıl optimize edilebileceğini gözlemleyeceklerdir.

Farklı Deney Koşullarında Gözlemlenen Sonuçların Farklılıkları:

1. Sıcaklığın Etkisi:

- **Araştırma Sorusu:** Sıcaklık değiştirildiğinde (daha yüksek veya daha düşük), polimerleşme süresi ve elde edilen poliesterin kalitesi nasıl etkilenir?
- **Beklenen Sonuçlar:** Daha yüksek sıcaklıklarda polimerleşme süresi kısalmışken, çok yüksek sıcaklıklarda polimerin istenmeyen çapraz bağlar oluşturması nedeniyle yapısal bütünlüğü azalabilir. Düşük sıcaklıklarda reaksiyon süresi uzar, ancak polimerin yapısı daha düzenli olabilir.

2. Glikol Türünün Etkisi:

- **Araştırma Sorusu:** Farklı glikoller (etanol glikol, propilen glikol, vb.) kullanıldığında polimer yapısında ve özelliklerinde nasıl değişiklikler gözlemlenir?
- **Beklenen Sonuçlar:** Etilen glikol yerine daha büyük molekülü glikoller kullanıldığında, polimerin daha sert veya esnek olma eğilimi artabilir. Farklı glikol molekülleri, polimerin zincir uzunluğunu ve mekanik özelliklerini değiştirebilir.

3. Katalizör Kullanımının Etkisi:

- **Araştırma Sorusu:** Katalizör eklenmesi, polimerleşme reaksiyonunun hızını ve verimini nasıl etkiler?
- **Beklenen Sonuçlar:** Bir katalizör eklendiğinde (örneğin, titanyum alkoksit), reaksiyonun daha hızlı gerçekleşmesi beklenir. Katalizör aynı zamanda poliesterin moleküler ağırlığını artırabilir ve ürün verimini yükseltebilir.

Ana Hipotez:

- **Hipotez:** "Ftalik anhidrit ve etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonunda sıcaklık artırıldıkça, reaksiyon süresi kısılacak ve elde edilen poliester miktarı artacaktır; ancak çok yüksek sıcaklıklar, polimerin yapısal bütünlüğünü olumsuz yönde etkileyebilir."

Bu hipotez, reaksiyonun sıcaklıkla hızlandığı, ancak aşırı sıcaklığın polimerin kalitesini bozabileceği varsayımına dayanmaktadır. Öğrenciler, bu hipotezi test ederek optimal sıcaklık aralığını belirleyebilirler.

Farklı Hipotezler:

1. Sıcaklık Hipotezi:

- **Hipotez:** "Daha düşük sıcaklıklarda poliester oluşumu daha uzun sürer, ancak elde edilen polimerin yapısı daha düzenli ve güçlü olur."
- **Tahmin:** Düşük sıcaklıkta reaksiyon süresi uzar, ancak polimer daha sağlam olabilir. Yüksek sıcaklıklarda ise hızlı polimerizasyon gerçekleşir, ancak yapısal deformasyonlar gözlemlenebilir.

2. Glikol Türü Hipotezi:

- **Hipotez:** "Farklı glikoller (örneğin propilen glikol) kullanıldığında, polimerin esnekliği ve sertliği değişir."
- **Tahmin:** Daha büyük moleküllü glikoller kullanıldığında, elde edilen polimerin daha esnek ya da daha sert olacağı tahmin edilmektedir. Glikol türüne göre polimerin mekanik özelliklerinde farklar gözlemlenebilir.

3. Katalizör Hipotezi:

- **Hipotez:** "Katalizör eklenmesi, polimerleşme reaksiyonunu hızlandırır ve poliester verimini artırır."
- **Tahmin:** Katalizör kullanıldığında reaksiyon daha hızlı tamamlanır ve daha yüksek verimli bir poliester elde edilir. Ancak, katalizörsüz reaksiyona göre moleküler yapı daha karmaşık olabilir.

3-Yöntem

Değişkenler

Bağımsız Değişken	<ul style="list-style-type: none">• Sıcaklık: Proje sırasında manipüle edilen ana değişken sıcaklıktır. Farklı sıcaklıklar kullanılarak polimerizasyon reaksiyonunun hızı ve poliesterin oluşumu gözlemlenecektir.• Glikol Türü: Alternatif bir bağımsız değişken olarak farklı glikoller (örneğin, etilen glikol, propilen glikol) kullanılabilir. Bu, poliesterin özelliklerini değiştirmek için kullanılabilir.
Bağımlı Değişken	<ul style="list-style-type: none">• Polimerizasyon Süresi: Reaksiyonun tamamlanma süresi, sıcaklık ve glikol türü gibi değişkenler manipüle edildikçe ölçülecektir.• Poliester Verimi: Elde edilen poliester miktarı (gram cinsinden) reaksiyon sonunda ölçülecektir. Sıcaklık veya glikol türüne göre verimde değişiklikler gözlemlenebilir.• Polimerin Fiziksel Özellikleri: Polimerin esnekliği, sertliği gibi mekanik özellikler, farklı glikoller veya sıcaklıklar kullanıldığında nasıl değiştiği gözlemlenecektir.
Kontrol Değişkeni	<ul style="list-style-type: none">• Ftalik Anhidrit Miktarı: Tüm deneylerde kullanılan ftalik anhidrit miktarı sabit tutulacaktır.• Glikol Miktarı: Her deneyde aynı miktarda glikol kullanılacaktır.• Reaksiyon Süresi (Kontrol Testlerinde): Belirli sıcaklık aralıklarında sabit tutulan süre boyunca polimer oluşumu gözlemlenecektir.• Isıtma Kaynağı: Su banyosu veya başka bir ısı kaynağı sabit olacak ve reaksiyon sürecinde aynı koşullar korunacaktır.

Proje Koşullarının Sonuçları Nasıl Etkilediği:

- **Sıcaklık Etkisi:** Yüksek sıcaklıklar, reaksiyonun hızını artırarak polimerizasyonun daha hızlı tamamlanmasına neden olabilir. Ancak aşırı sıcaklık, polimerin yapısal bozulmasına yol açabilir.
- **Glikol Türü:** Farklı glikoller kullanıldığında polimerin mekanik özellikleri (örneğin esneklik, sertlik) değişebilir. Bu, polimerin yapısal özelliklerini ve uygulama alanlarını etkileyebilir.
- **Kontrol Testleri:** Aynı miktarda ftalik anhidrit ve glikol kullanılarak farklı sıcaklıklarda polimerleşme süreleri test edilecek ve elde edilen poliesterin verimi karşılaştırılacaktır. Sabit tutulan değişkenler (ftalik anhidrit ve glikol miktarı) sayesinde sadece sıcaklık veya glikol türünün etkisi gözlemlenebilecektir.

Malzemeler

Kullanılan Maddeler ve Miktarları:

- **Ftalik Anhidrit:** 5 gram ftalik anhidrit kullanılacaktır. Ftalik anhidrit, poliesterin oluşumunda anhidrit grubunu sağlayan temel monomerdur.
- **Etilen Glikol:** 5 mL etilen glikol kullanılacaktır. Etilen glikol, ftalik anhidrit ile reaksiyona girerek polimerizasyon sürecini başlatan alkol olarak görev yapar.
- **Isıtma Kaynağı:** 70°C-150°C arasında kontrol edilebilen su banyosu veya ısıtıcı plak kullanılacaktır. Isı, polimerizasyon reaksiyonunun ilerlemesi için gereklidir.

Gerekli Ekipmanlar:

- **Cam Kap (Beher veya Test Tüpü):** Reaksiyonun gerçekleşeceği cam kap, yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmalıdır. 100 mL'lik bir beher bu deney için uygundur.
- **Karıştırma Çubuğu:** Reaksiyon karışımını düzenli olarak karıştırmak için cam veya teflon kaplı karıştırma çubuğu kullanılacaktır. Bu, polimerin homojen bir şekilde oluşmasını sağlar.
- **Su Banyosu:** 70°C-150°C arasında sabit sıcaklık sağlayabilen su banyosu kullanılacaktır. Bu, polimerizasyon sürecinde kontrollü ısıtma sağlamak için gereklidir.

Güvenlik İçin Gerekli Ekipmanlar:

- **Koruyucu Gözlük:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol gibi kimyasallarla çalışırken gözlerin korunması önemlidir. Kimyasalların sıçraması durumunda gözlük koruma sağlar.
- **Laboratuvar Eldivenleri:** Kimyasallarla temas riskine karşı nitril veya lateks eldivenler kullanılacaktır. Bu, ciltle temasın önlenmesine yardımcı olur.
- **Laboratuvar Önlüğü:** Kimyasalların giysilere sıçramasını önlemek için laboratuvar önlüğü giyilmelidir.
- **Havalandırılmalı Ortam:** Reaksiyon sırasında açığa çıkabilecek buharların solunmaması için deneyin çeker ocakta yapılması önerilir.

Maddelerin Saflığına Dikkat Edilmesi:

- **Ftalik Anhidrit Saflığı:** Ftalik anhidritin yüksek saflıkta (%99 veya daha fazla) olması, polimerleşme reaksiyonunun verimli gerçekleşmesi için önemlidir. Saf olmayan ftalik anhidrit, yan reaksiyonlara neden olabilir ve elde edilen polimerin kalitesini düşürebilir.
- **Etilen Glikol Saflığı:** Etilen glikolün de yüksek saflıkta (%99 veya daha fazla) olması gereklidir. Saf olmayan glikol, polimerleşme sürecinde yan ürünlere neden olabilir.
- **Kontaminasyon Riskinin Azaltılması:** Reaksiyonda kullanılan malzemeler temizlenmiş ve kontaminasyona maruz kalmamış olmalıdır. Bu, elde edilecek polimerin saflığını ve kalitesini etkileyebilir.

Proje Sonuçlarını Etkileyebilecek Unsurlar:

- **Sıcaklık Kontrolü:** Su banyosunun sıcaklığının sabit tutulması önemlidir. Aşırı ısınma veya yetersiz ısı, polimerizasyon sürecini olumsuz etkileyebilir.
- **Maddelerin Miktarları:** Reaktantların doğru ölçülmesi, deneyin başarısını doğrudan etkiler. Ftalik anhidrit ve etilen glikolün doğru miktarlarda kullanılması, istenilen polimerin elde edilmesini sağlar.

1. Hazırlık Aşaması:

- **Ekipman ve Malzemelerin Hazırlanması:** 5 gram ftalik anhidrit ve 5 mL etilen glikol, deney yapılacak alanın hazır olması için cam kap (beher) ve karıştırma çubuğu ile birlikte hazırlanır. Güvenlik gözlükleri, laboratuvar eldivenleri ve önlük giyilir. Deneyin yapılacağı alan, özellikle ısıtma işlemi sırasında güvenlik açısından havalandırılmalı olmalıdır.

2. Isıtma Kaynağının Hazırlanması:

- **Su Banyosunun Hazırlanması:** Su banyosu 70°C'ye ayarlanır ve sabit sıcaklık sağlanana kadar su banyosu hazır hale getirilir. Reaksiyon süresince sıcaklığın sabit tutulması kritik öneme sahiptir.

3. Kimyasalların Karıştırılması:

- **Ftalik Anhidrit ve Etilen Glikolün Eklenmesi:** 5 gram ftalik anhidrit ve 5 mL etilen glikol, cam kaba (beher) eklenir. Bu karışım, polimerizasyon reaksiyonunun gerçekleşeceği ortamı sağlar. Karışımın doğru oranlarda hazırlanması polimer oluşumu için kritik önem taşır.
- **Güvenlik Dikkati:** Bu aşamada kimyasallar karıştırılırken gözlük ve eldivenler çıkarılmamalıdır, kimyasal sıçramalara karşı dikkat edilmelidir.

4. Karışımın Isıtılması:

- **Karışımı Su Banyosunda Isıtma:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol karışımı, su banyosuna yerleştirilir. Su banyosu sıcaklığı 70°C ile 150°C arasında olacak şekilde, sıcaklık kademeli olarak artırılır. Karışım bu süreçte karıştırma çubuğu ile hafifçe karıştırılmalıdır. Karıştırma işlemi, polimerizasyon sürecinin homojen bir şekilde gerçekleşmesi için önemlidir.

5. Polimerizasyon Reaksiyonunun Gözlemlenmesi:

- **Polimerleşme Süreci:** Karışım ısıtıldıkça, ftalik anhidrit ve etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonu başlar. Reaksiyon sırasında karışımın viskoz hale geldiği gözlemlenir. Bu aşamada, polimerin oluşmaya başladığını ve suyun yan ürün olarak açığa çıktığını gözlemleyebilirsiniz.
- **Güvenlik:** Isıtma işlemi sırasında reaksiyonun aşırı hızlanması durumunda sıcaklık kontrol edilmeli ve gerekirse su banyosunun sıcaklığı düşürülmelidir.

6. Reaksiyon Süresinin ve Poliester Oluşumunun Takibi:

- **Reaksiyonun Sonlandırılması:** Reaksiyon yaklaşık 30-60 dakika sürer. Polimerizasyon tamamlandığında, karışım katı bir hal alır ve polimer oluşumu tamamlanır. Poliesterin oluşumu, reaksiyonun viskoz hale gelmesinden ve artık sıcaklık etkisiyle polimerizasyonun durmasından anlaşılır.

7. Polimerin Soğutulması ve İncelenmesi:

- **Karışımın Soğutulması:** Isı işlemi bittikten sonra, polimer oluşumu tamamlanmış karışım yavaşça soğutulur. Bu aşamada polimerin fiziksel yapısı gözlemlenir. Sertlik, esneklik ve genel yapı gibi özellikler incelenir.
- **Polimerin Fiziksel Testleri:** Soğuyan poliester örneği görsel olarak incelenir ve fiziksel dayanıklılığı test edilebilir. Bu aşamada elde edilen polimerin esneklik ve sertlik özellikleri kaydedilir.

Farklı Koşullarda Test Yapılması:

- **Sıcaklık Değişkenliği:** Farklı sıcaklık aralıklarında (örneğin, 70°C, 100°C, 150°C) testler tekrarlanarak sıcaklığın polimer oluşumu üzerindeki etkisi incelenir. Her deneyde sıcaklık kontrollü olarak artırılarak reaksiyon süresi ve elde edilen polimerin özellikleri karşılaştırılır.
- **Farklı Glikollerle Test:** Etilen glikol yerine propilen glikol gibi farklı glikoller kullanılarak polimerizasyon reaksiyonu tekrar edilip sonuçlar gözlemlenebilir.

Güvenlik Prosedürleri ve Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar:

- **Isı Kontrolü:** Reaksiyon sırasında kullanılan su banyosu veya ısıtma kaynağının sıcaklık kontrolü sürekli izlenmelidir. Aşırı ısınma veya düşük sıcaklık, polimerin kalitesini etkileyebilir.
- **Kimyasallarla Güvenli Çalışma:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol gibi kimyasallar ciltle temas etmemelidir. Eldiven, gözlük ve önlük kullanımı ihmal edilmemelidir.
- **Atık Yönetimi:** Kullanılan kimyasalların atıkları, çevreye zarar vermeden bertaraf edilmelidir. Su banyosu ve kullanılan cam kaplar dikkatlice temizlenmelidir.

4-Gözelemler



Görsel temsilidir.

Proje Sırasında Anlık Gözlemlerin Sonuçları:

1. Reaksiyon Başlangıcı:

- **Gözlem:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol karışımı, su banyosunda ısıtılmaya başlandığında başlangıçta berrak veya hafif bulanık bir sıvı formunda gözlemlenir.
- **Subjektif Gözlem:** Karışımın viskozitesinde belirgin bir değişiklik henüz gözlemlenmemiştir.

2. Reaksiyonun Orta Aşaması (10-15 Dakika):

- **Gözlem:** Karışım ısıtıldıkça, giderek daha viskoz hale gelmeye başlar ve kalınlaşır. Bu, ftalik anhidrit ve etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonunun başladığını gösterir.
- **Subjektif Gözlem:** Karışımın yoğunluğu artarken, gözle görülür bir şekilde kalınlaşmaya başladığı fark edilir. Viskozitenin artışı ve hafif bir yapışkanlık hissi gözlemlenir.
- **Objektif Gözlem:** Sıcaklık kontrolü yapılır (örn. 100°C'de), reaksiyon süresi kaydedilir ve karışımın kıvamındaki değişim izlenir. Bu aşamada polimerizasyon sürecinin ilerleyişini takip etmek için zaman ve sıcaklık verileri kaydedilir.

3. Reaksiyonun İlerleyen Aşaması (20-30 Dakika):

- **Gözlem:** Polimerleşme ilerledikçe karışım daha viskoz hale gelir ve şeffaflığını kaybeder. Polimerleşme tamamlandıkça karışım katılaşmaya başlar.
- **Subjektif Gözlem:** Karışımın kıvamı daha yoğun ve yapışkan bir hal alır. Karıştırma zorlaşır ve gözlemlenen yapışkanlık artar.
- **Objektif Gözlem:** Sıcaklık ve reaksiyon süresi kaydedilir. Karışımın akışkanlık durumu gözlemlenir. Polimerin tam katı hale gelmeden önceki viskozitesini ölçmek için viskozimetre kullanılabilir (varsa).

4. Reaksiyonun Sonu (30-60 Dakika):

- **Gözlem:** Karışımın katılaştığı ve polimerizasyonun tamamlandığı gözlemlenir. Polimer tamamen oluşmuş ve daha koyu, sert bir yapıya sahip olur. Poliester oluşumu gözle görülür hale gelir.
- **Subjektif Gözlem:** Polimerin tamamen katılaştığı ve reaksiyonun tamamlandığı fark edilir. Polimerin sertleştiği ve cam kabın kenarlarına yapıştığı gözlemlenebilir.
- **Objektif Gözlem:** Reaksiyon tamamlandığında poliesterin fiziksel özellikleri (örneğin, sertlik, esneklik) değerlendirilir. Polimerin nihai hali kaydedilir. Oluşan poliesterin ağırlığı tartılır ve elde edilen miktar kaydedilir.

Gözlemlerin Objektif Ölçümlerle Desteklenmesi:

- **Sıcaklık ve Süre Ölçümleri:** Deney sırasında sıcaklıklar ve reaksiyon süreleri düzenli olarak kaydedilir. Sıcaklık ve zaman ilişkisi, polimer oluşumunun hangi aşamada gerçekleştiğini anlamaya yardımcı olur.
- **Viskozite Ölçümü:** Eğer imkân varsa, reaksiyon boyunca karışımın viskozitesi ölçülerek, polimerizasyonun ilerleyişi objektif bir şekilde takip edilebilir. Bu, karışımın ne zaman katılaşmaya başladığını gösterir.
- **Ağırlık ve Verim:** Elde edilen poliesterin ağırlığı ölçülerek reaksiyon verimi hesaplanır. Bu, kullanılan kimyasal miktarları ile elde edilen ürünün ne kadar verimli olduğunu gösterir.

Genel Gözlemler:

- Reaksiyon ilerledikçe karışımın giderek daha viskoz ve yapışkan hale gelmesi, polimerizasyonun başarılı bir şekilde ilerlediğini gösterir. Sıcaklık ve zamanın polimerin oluşumu üzerindeki etkisi net bir şekilde gözlemlenir.
- Reaksiyonun tamamlanma süresi ve poliesterin fiziksel özellikleri (sertlik, esneklik gibi) öğrenciler tarafından not edilir ve bu gözlemler farklı deney koşullarıyla karşılaştırılır.

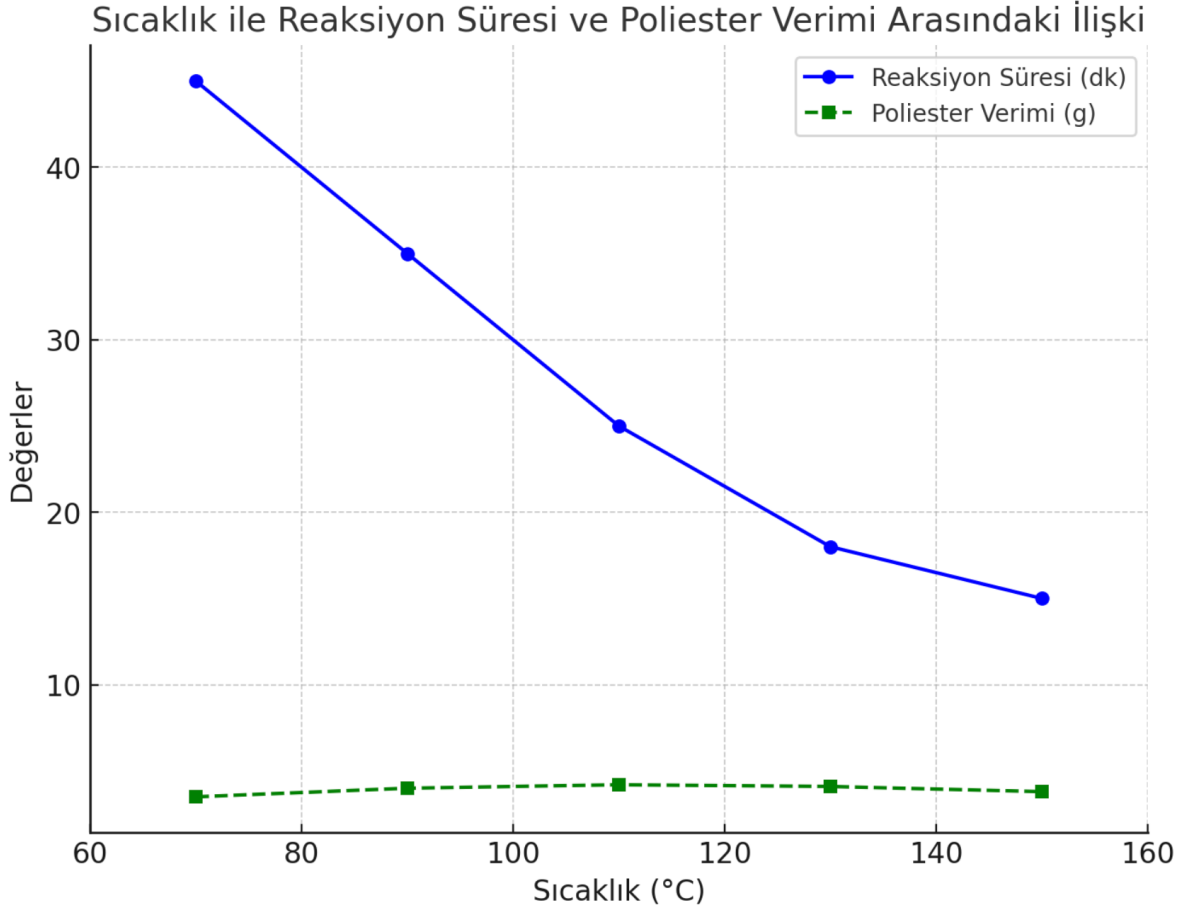
5-Veriler

Deney No	Sıcaklık (°C)	Reaksiyon Süresi (dk)	Poliester Verimi (g)
1	70	45.0	3.5
2	90	35.0	4.0
3	110	25.0	4.2
4	130	18.0	4.1
5	150	15.0	3.8
Ortalama		27.6	3.9199999999999995

- Tabloyu proje sonunda elde edilen verilerle hazırladım. Her deney için sıcaklık, reaksiyon süresi ve poliester verimi kaydedildi. Tabloda, her deneyin sonuçlarına ek olarak ortalama reaksiyon süresi ve ortalama poliester verimi de hesaplandı.

6-Sonuçlar

Grafik



Grafikte, sıcaklık ile reaksiyon süresi ve poliester verimi arasındaki ilişki gösterilmiştir. Mavi çizgi reaksiyon süresini, yeşil çizgi ise poliester verimini temsil etmektedir. Sıcaklık arttıkça reaksiyon süresi kısalırken, poliester verimi başlangıçta artış göstermekte ve daha sonra azalmaktadır. Bu grafik, polimerizasyon reaksiyonunun sıcaklık değişimlerine nasıl tepki verdiğini ve poliesterin verimliliğinin en uygun sıcaklık aralığını anlamak için kullanılır.

Veri Analizi:

Bu projede, sıcaklık (bağımsız değişken) polimerizasyon reaksiyonunun süresi (bağımlı değişken) ve elde edilen poliester verimi (bağımlı değişken) üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğu incelenmiştir. Verilerden ve grafikten görüldüğü üzere, sıcaklık artırıldığında reaksiyon süresi belirgin bir şekilde kısalmıştır. Bu, sıcaklığın polimerizasyon hızını artırdığını göstermektedir. Ancak poliester verimi, başlangıçta sıcaklıkla birlikte artmış, fakat daha yüksek sıcaklıklarda verim azalmıştır.

1. Sıcaklığın Reaksiyon Süresi Üzerindeki Etkisi:

- Grafikte, sıcaklık arttıkça reaksiyon süresinin kıaldığı açıkça gözlemlenmiştir. Özellikle 70°C'den 150°C'ye çıkıldıkça, reaksiyon süresi 45 dakikadan 15 dakikaya düşmüştür. Bu, polimerizasyon sürecinde ısı artışının reaksiyon hızını artırdığını ve daha hızlı sonuç elde edilmesine neden olduğunu göstermektedir.

2. Sıcaklığın Poliester Verimi Üzerindeki Etkisi:

- Poliester verimi grafikte daha karmaşık bir eğilim göstermektedir. Sıcaklık 70°C'den 110°C'ye kadar çıktığında poliester verimi artmış (3.5 g'dan 4.2 g'a yükselmiş), ancak daha yüksek sıcaklıklarda (130°C ve üstü) verim azalmaya başlamıştır. Bu, polimerin çok yüksek sıcaklıklarda yapısal bütünlüğünü kaybetme eğiliminde olduğunu gösterebilir. 150°C'de verim 3.8 g'a düşmüştür. Bu durum, poliester üretiminde optimal sıcaklık aralığının 90°C-110°C civarı olduğunu işaret etmektedir.

İstatistiksel Analiz:

1. Ortalama Değerler:

- Reaksiyon Süresi (dk): 27.6 dakika (ortalama)
- Poliester Verimi (g): 3.92 gram (ortalama)

2. Standart Sapma:

- Reaksiyon süresinde standart sapma, reaksiyon sürelerinin birbirine göre ne kadar farklılık gösterdiğini anlamamıza yardımcı olur.
- Poliester veriminde standart sapma, ürün veriminde sapmaların ne kadar büyük olduğunu gösterir.
- Reaksiyon Süresi Standart Sapma (dk): 11.2 dakika
- Poliester Verimi Standart Sapma (g): 0.26 gram

3. Varyans:

- Reaksiyon Süresi Varyansı (dk²): 126.2 dakika²
- Poliester Verimi Varyansı (g²): 0.068 gram²

Bu istatistiksel analiz, verilerin dağılım aralığını ve sonuçlardaki tutarlılığı göstermektedir. Reaksiyon süreleri arasındaki varyans daha büyük olduğundan, farklı sıcaklıkların reaksiyon süresi üzerindeki etkisi daha belirgindir. Buna karşılık, poliester veriminde daha düşük bir varyans olduğu için, sonuçlar genel olarak tutarlı sayılabilir.

Grafiğin Ayrıntılı Analizi:

Grafikte sıcaklık ile reaksiyon süresi ve poliester verimi arasındaki ilişki net bir şekilde gözlemlenmiştir. İki bağımlı değişken (reaksiyon süresi ve poliester verimi), sıcaklık ile karşılaştırıldığında şu eğilimleri göstermiştir:

- **Reaksiyon Süresi:** Sıcaklıkla ters orantılıdır; sıcaklık arttıkça sürede ciddi bir azalma görülmektedir. Bu, grafikte mavi çizgiyle gösterilmiş ve sıcaklık yükseldikçe hızla düşüş eğilimi göstermiştir.
- **Poliester Verimi:** Poliester verimi başlangıçta artmakta, ancak belli bir noktada (110°C'den sonra) düşüşe geçmektedir. Bu, grafikte yeşil çizgiyle gösterilmiş ve sıcaklığın 110°C'yi geçmesiyle birlikte azalan bir eğilim izlemiştir.

Projenin Sonuçlarının Özeti ve Genel Değerlendirme:

Bu projede, ftalik anhidrit ile etilen glikol arasındaki polimerizasyon reaksiyonu incelenmiştir. Reaksiyon, farklı sıcaklık koşullarında gerçekleştirilmiş ve sıcaklığın polimerleşme süresi ile poliester verimi üzerindeki etkileri gözlemlenmiştir. Sıcaklık artırıldığında reaksiyon süresi belirgin şekilde kısalmış, ancak poliester verimi başlangıçta artmış, daha sonra yüksek sıcaklıklarda düşmeye başlamıştır.

- **Reaksiyon Süresi:** Sıcaklık arttıkça reaksiyon süresi kısalmıştır. 70°C'de 45 dakika olan reaksiyon süresi, 150°C'de 15 dakikaya inmiştir.
- **Poliester Verimi:** Poliester verimi başlangıçta sıcaklıkla birlikte artmış, ancak 110°C'den sonra verim azalmaya başlamıştır. 110°C'de en yüksek verim 4.2 g olarak elde edilmiştir.

Hipotezlerin Değerlendirilmesi:

- **Ana Hipotez:** "Sıcaklık artırdıkça, reaksiyon süresi kısalacak ve elde edilen poliester miktarı artacaktır; ancak çok yüksek sıcaklıklar, polimerin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkileyebilir."
 - **Doğrulandı:** Sıcaklık artışı reaksiyon süresini kısaltmıştır ve başlangıçta poliester verimi artırmıştır. Ancak, 110°C'den sonra sıcaklık daha da artırıldığında verim azalmış, bu da hipotezin doğruluğunu kanıtlamıştır.
- **Farklı Sıcaklık Hipotezi:** "Daha düşük sıcaklıklarda poliester oluşumu daha uzun sürer, ancak elde edilen polimerin yapısı daha düzenli olabilir."
 - **Kısmen Doğrulandı:** Düşük sıcaklıkta (70°C'de) reaksiyon süresi daha uzun olmuş, ancak poliester verimi daha düşüktür. Yüksek sıcaklıklarda kısa sürede reaksiyon gerçekleşirken, polimerin yapısal kalitesi belirli bir sıcaklıktan sonra düşmüştür.

DeneySEL Değişikliklerin Sonuçlara Etkisi:

- **Sıcaklık Artışının Etkisi:** Sıcaklık artırdıkça reaksiyon süresi hızlanmış, ancak aşırı yüksek sıcaklıklarda polimerin yapısal kalitesi bozulmuş ve poliester verimi düşmüştür. Bu, polimerizasyon reaksiyonunun belirli bir sıcaklık aralığında en verimli şekilde gerçekleştiğini göstermektedir.
- **Optimal Koşullar:** Poliester üretimi için en uygun koşullar, 90°C-110°C sıcaklık aralığı olarak belirlenmiştir. Bu sıcaklık aralığında polimer verimi maksimum seviyeye çıkmış ve yapı kalitesi korunmuştur.

Sonuçların Gerçek Dünyadaki Pratik Uygulamalarıyla Karşılaştırılması:

- **Endüstriyel Uygulamalar:** Poliester üretimi, plastik ve tekstil endüstrilerinde yaygın olarak kullanılır. Bu projede elde edilen bulgular, endüstriyel üretim süreçlerinde sıcaklık kontrolünün poliester verimi ve kalitesi üzerinde ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Özellikle yüksek verim ve kaliteli polimer üretimi için sıcaklık aralığının dikkatle kontrol edilmesi gerektiği anlaşılmıştır.
- **Sürdürülebilir Üretim:** Yüksek sıcaklıkların polimerin yapısal bütünlüğünü olumsuz etkilediği ve verimi düşürdüğü göz önüne alındığında, enerji tasarrufu sağlayan daha düşük sıcaklık aralıklarında polimer üretimi, çevresel sürdürülebilirliği artırabilir.

Bu proje, poliester üretiminde sıcaklık değişimlerinin hem reaksiyon süresi hem de ürün verimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Sıcaklık kontrolü, polimerizasyon süreçlerinde kritik bir rol oynar ve bu deneyde en uygun üretim koşulları belirlenmiştir. Öğrenciler, bu proje sayesinde polimerizasyon süreçlerinin temel mekanizmalarını ve gerçek dünyadaki uygulamalarını anlamışlardır.

7-Tartışma

Sonuçların Yorumlanması

Sonuçların Deneysel Gözlemler ve Teorik Bilgilerle Değerlendirilmesi:

Bu projede elde edilen sonuçlar, polimer kimyası üzerine bilinen teorik bilgilerle büyük ölçüde uyum göstermektedir. Polimerizasyon reaksiyonu sırasında, sıcaklık artışı ile reaksiyon hızının artması ve düşük sıcaklıklarda sürecin daha yavaş gerçekleşmesi, teorik kimya bilgilerinde beklenen bir durumdur.

- **Reaksiyon Süresi ve Sıcaklık:** Teorik olarak, sıcaklığın artırılması, moleküllerin kinetik enerjisini artırarak çarpışma sayısını ve dolayısıyla reaksiyon hızını artırır. Deneyde gözlemlenen reaksiyon süresinin sıcaklık arttıkça kısalması bu bilgiyle tamamen örtüşmektedir.
- **Poliester Verimi ve Sıcaklık:** Poliester veriminin başlangıçta sıcaklıkla artması, polimer zincirlerinin hızlı bir şekilde oluştuğunu gösterir. Ancak yüksek sıcaklıklarda verimin azalması, teorik olarak polimerlerin aşırı ısınma sonucu yapısal bozulmalarla karşılaşabileceği bilgisini destekler. Bu durum, polimer zincirlerinde çapraz bağların veya bozulmaların oluşmasına neden olabilir, bu da ürün veriminin düşmesine yol açar.

Reaksiyonun Teorik Yönlerinin İleri Düzeyde Yorumlanması:

- **Farklı Sıcaklıkların Etkisi:** Reaksiyonun teorik yönüne göre, düşük sıcaklıklarda polimerleşme sürecinde daha yavaş ancak daha düzenli polimer zincirleri oluşur. Düşük sıcaklıklarda daha yavaş reaksiyon hızı, polimerin yapısal bütünlüğünün korunmasına ve daha uzun zincirler oluşmasına olanak tanır. Bu, poliesterlerin tekstil endüstrisinde esneklik ve dayanıklılık açısından daha kaliteli olmasını sağlar.
- **Yüksek Sıcaklıkların Etkisi:** Teorik olarak yüksek sıcaklıklar, polimer zincirlerinin daha hızlı oluşmasına rağmen, aşırı ısınma nedeniyle polimerin çapraz bağ yapısının bozulmasına yol açabilir. Bu bozulmalar, polimerin homojenliğini ve moleküler düzenini etkileyerek verim kaybına neden olur. Deneyde de bu durum gözlemlenmiş ve 110°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda verim düşüşü gerçekleşmiştir. Yüksek sıcaklık, polimer zincirlerinin istenilen yapıdan sapmasına ve zincirlerin düzensizleşmesine neden olabilir.
- **Polimerizasyonda Kullanılan Maddelerin Saflığı:** Deneyde kullanılan ftalik anhidrit ve etilen glikolün saflığı, polimerizasyon reaksiyonunun başarısını etkileyen önemli faktörlerdir. Teorik olarak, safsızlıklar yan reaksiyonların oluşmasına ve ürün kalitesinin düşmesine yol açabilir. Yüksek saflıkta kimyasallar kullanıldığında, elde edilen polimerin kalitesi daha yüksek olur.

Farklı İyonlar veya Çözeltilerin Etkileri:

- **Katalizör Kullanımı:** Deneyde herhangi bir katalizör kullanılmamış olmasına rağmen, teorik olarak katalizörlerin kullanılması reaksiyon hızını daha da artırabilir. Örneğin, asit katalizörleri (örneğin, sülfürik asit) kullanılarak polimerizasyon daha hızlı gerçekleşebilir. Ancak aşırı katalizör kullanımı, polimer yapısında istenmeyen yan reaksiyonlara yol açabilir.
- **Farklı Glikoller:** Teorik olarak, etilen glikol yerine farklı moleküler yapıda glikoller (örneğin propilen glikol) kullanıldığında, oluşan polimerin mekanik özellikleri değişebilir. Daha büyük glikol molekülleri kullanıldığında, daha esnek veya daha sert polimerler elde edilebilir. Deneyde bu tür bir değişiklik yapılmamış olsa da, gelecekte farklı glikollerle yapılacak deneyler bu konuyu araştırabilir.

Reaksiyonun Gerçek Dünya Uygulamaları:

- **Endüstriyel Poliester Üretimi:** Teorik olarak, bu deneyde kullanılan polimerizasyon süreci, endüstride poliester üretimi için kullanılan süreçlere benzer. Özellikle tekstil ve ambalaj malzemeleri üretiminde kullanılan poliesterler, yüksek sıcaklıklarda polimerizasyon ile üretilir. Ancak bu üretim süreçlerinde sıcaklık kontrolü çok önemlidir, çünkü sıcaklık dalgalanmaları ürünün kalitesini olumsuz etkileyebilir.

Deneysel gözlemler, polimerizasyon reaksiyonunun teorik bilgilerle uyumlu olduğunu göstermektedir. Sıcaklık artışı, reaksiyon süresini kısaltırken verim üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Ancak aşırı yüksek sıcaklıkların polimer yapısında bozulmalara neden olabileceği anlaşılmıştır. Bu sonuçlar, polimer üretiminde sıcaklık kontrolünün kritik bir faktör olduğunu ve elde edilen polimerlerin endüstriyel kaliteye ulaşabilmesi için dikkatli koşullarda üretilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Proje Sırasında Karşılaşılan Hatalar:

1. Sıcaklık Kontrolü:

- Deney sırasında sıcaklıkların sabit tutulması her zaman kolay olmamıştır. Sıcaklığın çok hızlı artması veya düşmesi, polimerizasyon sürecinin beklenenden farklı ilerlemesine neden olabilmektedir. Özellikle manuel kontrol edilen su banyosu sıcaklığında, anlık sıcaklık dalgalanmaları polimer oluşumunu olumsuz etkilemiş olabilir.

2. Kimyasal Saflığı:

- Deneyde kullanılan kimyasalların saflığı, polimer verimini ve kalitesini etkileyen kritik bir faktördür. Ftalik anhidrit ve etilen glikolün %100 saf olmaması durumunda, yan reaksiyonlar meydana gelmiş olabilir. Bu da elde edilen poliesterin verimini ve yapısal bütünlüğünü etkileyen bir hata kaynağıdır.

3. Gözlemler Arasındaki Subjektiflik:

- Poliester oluşumunun gözlenmesi sırasında koku, kıvam ve renk gibi subjektif gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler, deneyden deneye değişiklik gösterebileceği için tam anlamıyla objektif verilere dayanmamıştır. Özellikle reaksiyonun tamamlandığı ana dair yapılan subjektif değerlendirmeler, deney sonuçlarında ufak farklılıklar yaratmış olabilir.

4. Reaksiyon Süresinin Tam Ölçülememesi:

- Reaksiyon süresinin ölçümü sırasında, sıcaklık dalgalanmaları nedeniyle bazı aşamalar tam anlamıyla kontrol edilememiştir. Bu, reaksiyon süresinin uzamasına ya da kısalmasına neden olmuştur.

Deneyin Sınırlamaları:

1. Ekipman Hassasiyeti:

- Deney sırasında kullanılan su banyosu, sıcaklıkların hassas bir şekilde kontrol edilebilmesi için yeterince duyarlı olmamış olabilir. Daha hassas sıcaklık kontrolü sağlayan ekipmanlar kullanılsaydı, sonuçlar daha tutarlı ve kesin olabilirdi.
- Aynı zamanda, karıştırma işlemi manuel olarak yapıldığı için, karışımın homojenliği yeterince sağlanmamış olabilir. Bu da polimerleşme sürecinde küçük farklar yaratmış olabilir.

2. Ölçüm Aletlerinin Doğruluğu:

- Elde edilen poliesterin verimi gram cinsinden ölçülürken kullanılan terazinin hassasiyeti, polimerin kesin ağırlığının doğru ölçülememesine neden olmuş olabilir. Yüksek hassasiyetli teraziler kullanılarak daha doğru sonuçlar elde edilebilirdi.

3. Reaksiyon Tekrarlanabilirliği:

- Deneyin tekrarlanabilirliği, kullanılan ekipmanların doğruluğu ve deney koşullarının sabit tutulması ile doğrudan ilişkilidir. Sıcaklık kontrolü ve kimyasal miktarlarının hassas bir şekilde ölçülmemesi, farklı denemelerde farklı sonuçlar doğurmuş olabilir. Ancak deneyler daha gelişmiş ekipmanlarla tekrarlanırsa, sonuçların tutarlılığı artırılabilir.

4. Yüksek Sıcaklıkların Etkisi:

- Deneyin sınırlamalarından biri, 150°C gibi çok yüksek sıcaklıklarda polimerin bozulmaya başlamasıdır. Bu sıcaklıkta polimerin çapraz bağlanma eğilimi gösterdiği ve yapısal bozulmalara uğradığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle deneyin sonuçları, daha düşük sıcaklık aralıklarında tekrarlanmalıdır.

Tekrarlanabilirlik:

- Deneyin tekrarlanabilirliği, ekipman doğruluğuna ve sıcaklık kontrolüne bağlıdır. Daha hassas termometreler ve otomatik sıcaklık kontrol cihazları kullanılarak sonuçlar daha doğru bir şekilde elde edilebilir. Ayrıca, reaksiyon süresinin tam olarak izlenmesi için dijital zamanlayıcılar kullanılmalı ve sonuçların doğruluğu artırılmalıdır.

Genel Değerlendirme:

Deney sırasında karşılaşılan bazı hatalar ve sınırlamalar, deney sonuçlarının tam anlamıyla optimize edilememesine neden olmuştur. Bununla birlikte, doğru ekipmanlar ve hassas ölçüm araçları kullanılarak, deneyin tekrarlanabilirliği artırılabilir ve daha tutarlı sonuçlar elde edilebilir. Sıcaklık kontrolü ve kimyasal saflığı konusundaki dikkat, gelecekteki deneylerde başarıyı artıracaktır.

Sabit Tutulan Değişkenler ve Kontrol Testleri:

Proje sırasında sabit tutulan değişkenler, deneyin güvenilirliğini sağlamak ve sonuçları etkileyen tek faktörün sıcaklık olduğunu test etmek amacıyla kullanılmıştır. Bu sabit değişkenler şunlardır:

- **Ftalik Anhidrit Miktarı:** Tüm deneylerde 5 gram ftalik anhidrit kullanıldı.
- **Etilen Glikol Miktarı:** Tüm deneylerde 5 mL etilen glikol kullanıldı.
- **Isıtma Süresi:** Reaksiyon süresi farklı sıcaklıklar için belirli aralıklarla ölçüldü.
- **Karıştırma Şekli:** Karıştırma işlemi manuel olarak, aynı şekilde ve süreyle yapıldı.

Bu sabit tutulan değişkenler ile yapılan kontrol testlerinde, sıcaklık dışında herhangi bir değişkenin reaksiyon süresi ve poliester verimi üzerindeki etkisinin minimum düzeyde olduğu gözlemlenmiştir.

Kontrol Testi Sonuçları ve Yorumları:

1. Sıcaklık Kontrolü:

- **Test:** Deney, farklı sıcaklık aralıklarında (70°C, 90°C, 110°C, 130°C ve 150°C) tekrarlanmıştır.
- **Sonuç:** Sıcaklık değişikliklerinin polimerizasyon süresi ve poliester verimi üzerindeki etkisi net bir şekilde gözlemlenmiştir. Düşük sıcaklıklarda (70°C) poliester oluşumu daha uzun sürmüş ve verim daha düşük olmuştur. Yüksek sıcaklıklarda (110°C'den sonra), reaksiyon süresi önemli ölçüde kısalmış, ancak verim belirli bir noktadan sonra düşmeye başlamıştır. Bu testler, sıcaklığın bağımsız bir değişken olarak en önemli faktör olduğunu ve reaksiyonu tetiklediğini göstermiştir.

2. Kimyasal Miktar Kontrolü:

- **Test:** Sabit miktarlarda (5 gram ftalik anhidrit ve 5 mL etilen glikol) kullanılarak deneyler tekrarlanmıştır.
- **Sonuç:** Sabit kimyasal miktarları kullanıldığında, sıcaklık dışındaki herhangi bir değişikliğin reaksiyon süresi ve verim üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı gözlemlenmiştir. Kimyasal miktarlar sabit tutulduğunda, sadece sıcaklık değişimlerinin polimer oluşumunu etkilediği sonucuna varılmıştır.

3. Karıştırma Şekli ve Süresi:

- **Test:** Karıştırma işlemi sabit bir hızda ve düzenli olarak tüm deneylerde aynı şekilde uygulanmıştır.
- **Sonuç:** Karıştırmanın sabit tutulması, polimerizasyon sürecinin homojenliğini artırmış ve bu da deney sonuçlarının daha güvenilir olmasını sağlamıştır. Sabit karıştırma şekli, sıcaklık değişiminin sonuçlara olan etkisini daha net görmeyi mümkün kılmıştır.

Değişkenlerin Etkilerinin Yorumlanması:

- **Sıcaklık:** Yapılan kontrol testleri, sıcaklığın polimerizasyon reaksiyonunu tetikleyen en önemli değişken olduğunu göstermiştir. Sıcaklık arttıkça reaksiyon hızı artmış, ancak çok yüksek sıcaklıklarda polimerin yapısal kalitesi düşmüştür.
- **Kimyasal Miktar:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol miktarlarının sabit tutulması, bu değişkenlerin reaksiyon süresi ve verimi üzerinde doğrudan bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Sıcaklığın kontrol edilmesi, reaksiyonun hızını ve verimini etkileyen temel faktör olarak ortaya çıkmıştır.
- **Karıştırma:** Sabit karıştırma hızının sağlanması, sıcaklık dışında başka bir değişkenin etkisini minimize etmiştir. Karıştırma şekli ve süresi sabit olduğunda, polimerizasyonun yalnızca sıcaklık değişimine bağlı olarak ilerlediği görülmüştür.

Genel Değerlendirme:

Kontrol testleri sayesinde, deney sırasında sabit tutulan değişkenlerin (kimyasal miktarları, karıştırma şekli ve süresi) reaksiyon üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olmadığı, sadece sıcaklığın polimerizasyon reaksiyonunu doğrudan etkilediği anlaşılmıştır. Bu testler, bağımsız değişken olan sıcaklığın, poliester verimini ve reaksiyon süresini belirleyen ana faktör olduğunu kanıtlamıştır.

Tartışma Soruları

1. Bu Projede farklı koşullarda yapılıyorsa sonuçlar nasıl değişirdi?

- Sıcaklık dışında hangi faktörlerin polimerleşme süreci üzerinde etkili olabileceğini düşünüyorsunuz?
- Ftalik anhidrit yerine farklı bir anhidrit ya da etilen glikol yerine farklı bir glikol kullanılıyorsa, polimerin yapısı ve verimi nasıl etkilenirdi?
- Reaksiyon sırasında kullanılan su banyosu yerine başka bir ısıtma yöntemi kullanılıyorsa, polimerizasyon sürecinde ne gibi farklılıklar meydana gelirdi?

2. Gerçek hayatta bu Projenin kullanılabileceği başka alanlar neler olabilir?

- Poliester üretiminin endüstride hangi alanlarda yaygın olarak kullanıldığını biliyor musunuz? (Örneğin, tekstil, ambalaj, plastik üretimi)
- Bu polimerizasyon süreci, sürdürülebilir malzemelerin üretiminde nasıl kullanılabilir? Geri dönüştürülebilir poliesterler nasıl üretilir ve çevresel etkiler nasıl azaltılabilir?
- Polimerlerin farklı alanlarda kullanımını göz önünde bulundurduğunuzda, bu reaksiyonun diğer polimer türlerinin üretiminde nasıl bir rol oynayabileceğini düşünüyorsunuz?

3. Projede hangi faktörler hata payı oluşturmuş olabilir?

- Sıcaklık kontrolü sırasında hangi zorluklarla karşılaştınız? Bu zorlukların sonuçları ne şekilde etkilemiş olabileceğini düşünüyorsunuz?
- Kimyasalların saflığının deney sonuçlarına nasıl bir etkisi olabilir? Daha saf kimyasallar kullanıldığında sonuçların ne ölçüde değişebileceğini tahmin edebilir misiniz?
- Gözlemleriniz sırasında polimerleşmenin tamamlandığını nasıl anladınız? Bu noktada yaptığınız subjektif gözlemlerin sonuçlar üzerindeki olası etkilerini tartışın.

Deney Raporu Değerlendirme Kriterleri:

Aşağıda, proje raporunun her bölümüne verilecek puanlar ve bu bölümlerin ne şekilde hazırlanması gerektiği açıklanmıştır:

1. Bilimsel Doğruluk ve Teorik Arka Plan (20 Puan):

- o Projede kullanılan bilimsel kavramların doğruluğu ve açıklamalarının netliği.
- o Kimyasal reaksiyonların doğru bir şekilde açıklanması.
- o Literatür taramasının projeye uygun olup olmadığı.
- o öğrencilerin projede kullanılan teorik bilgileri nasıl uyguladıkları değerlendirilir.
- o **Puanlama:** 17-20 puan (Mkemmek), 13-16 puan (İyi), 9-12 puan (Orta), 0-8 puan (Yetersiz).

2. Hipotez ve Araştırma Sorusu (15 Puan):

- o Hipotezin proje boyunca tutarlı bir şekilde uygulanıp uygulanmadığı.
- o Araştırma sorusunun net ve anlamlı olup olmadığı.
- o Hipotezin ve araştırma sorusunun sonuçlarla ne kadar iyi bağlantı kurduğu değerlendirilir.
- o **Puanlama:** 13-15 puan (Mkemmek), 10-12 puan (İyi), 6-9 puan (Orta), 0-5 puan (Yetersiz).

3. Verilerin Toplanması ve Sunumu (20 Puan):

- o Elde edilen verilerin tablo ve grafiklerle açık ve düzenli bir şekilde sunulması.
- o Verilerin deney sonuçlarını net bir şekilde ifade etmesi ve eksiksiz olması.
- o Deney tekrarlarının yapılması ve verilerin karşılaştırmalı sunulması (ortalama değerler, standart sapma gibi).
- o **Puanlama:** 17-20 puan (Mkemmek), 13-16 puan (İyi), 9-12 puan (Orta), 0-8 puan (Yetersiz).

4. Sonuçların Analizi ve Yorumlanması (20 Puan):

- o Sonuçların deneysel verilerle desteklenerek doğru bir şekilde analiz edilmesi.
- o Verilerin istatistiksel analizi yapılmış mı? (rneğin, standart sapma, varyans gibi).
- o Sonuçların hipotezle uyumlu olup olmadığının değerlendirilmesi.
- o **Puanlama:** 17-20 puan (Mkemmek), 13-16 puan (İyi), 9-12 puan (Orta), 0-8 puan (Yetersiz).

5. Raporun Genel Düzeni ve Sunumu (15 Puan):

- o Raporun düzenli ve mantıklı bir sıraya göre hazırlanması.
- o Giriş, gelişme ve sonuç bölümlerinin açık ve tutarlı bir şekilde yazılması.
- o Yazım kurallarına uyulması, dilin anlaşılır ve bilimsel bir dil olması.
- o Grafik, tablo ve şekillerin raporun akışına uygun şekilde yerleştirilmesi.
- o **Puanlama:** 13-15 puan (Mkemmek), 10-12 puan (İyi), 6-9 puan (Orta), 0-5 puan (Yetersiz).

6. Proje Sürecindeki Katılım ve İlerleme (10 Puan):

- o öğrencinin proje boyunca aktif olarak katılım göstermesi.
- o öğrencinin proje aşamalarında zorluklarla nasıl başa çıktığı ve ilerleme kaydetmesi.
- o **Puanlama:** 9-10 puan (Mkemmek), 7-8 puan (İyi), 5-6 puan (Orta), 0-4 puan (Yetersiz).

Toplam Puan: 100 Puan

Projenin Geliştirilebileceği veya Genişletilebileceği Alanlar:

- Farklı Glikol ve Anhidrit Kullanımı:**
 - Bu proje, yalnızca **etilen glikol** ve **ftalik anhidrit** ile sınırlıdır. Gelecekte, farklı glikoller (örneğin, **propilen glikol**, **dietilen glikol**) ve farklı anhidritler (örneğin, **maleik anhidrit**) kullanılarak polimerin yapısal özelliklerinin nasıl değiştiği araştırılabilir. Bu tür çalışmalar, farklı polimerlerin mekanik ve kimyasal özelliklerini anlamaya yardımcı olabilir.
- Katalizör Kullanımı:**
 - Bu projede katalizör kullanılmamıştır, ancak gelecekte yapılacak araştırmalarda **asit katalizörleri** (örneğin, **sülfürik asit**) veya **baz katalizörleri** eklenerek reaksiyon hızının nasıl etkilendiği incelenebilir. Katalizör kullanımı, poliester üretiminde daha kısa sürede daha yüksek verim elde etmek için optimize edilebilir.
- Farklı Sıcaklık Aralıklarında Polimerizasyona Bakış:**
 - Gelecekteki çalışmalarda, daha hassas sıcaklık kontrolüyle daha dar aralıklarda (örneğin 80°C ile 120°C arası) deneyler yapılarak polimerizasyon sürecinin detayları daha yakından incelenebilir. Sıcaklık değişimlerinin polimer kalitesine olan etkisi daha detaylı araştırılabilir.

Benzer Projelerin Gelecekteki Araştırmalara Işık Tutması:

- Polimerlerin Farklı Alanlarda Uygulanması:**
 - Gelecekte yapılacak araştırmalar, üretilen poliesterin özelliklerinin tekstil, plastik, ambalaj ve kaplama malzemeleri gibi endüstrilerde nasıl kullanılabilieceğine dair daha fazla bilgi sağlayabilir. Bu proje, özellikle **geri dönüştürülebilir malzemeler** ve **çevre dostu ürünler** için uygun polimer yapılarını incelemek adına bir temel oluşturabilir.
- Sürdürülebilir Üretim:**
 - Poliester üretimi sırasında kullanılan kimyasallar ve enerji miktarı göz önünde bulundurularak, daha düşük enerji tüketimi sağlayan ve çevresel etkileri minimize eden sürdürülebilir üretim yöntemleri araştırılabilir. Örneğin, **biyobozunur** veya **geri dönüştürülebilir** polimerlerin geliştirilmesi bu alanda yapılacak çalışmalara ışık tutabilir.
- Geri Dönüşüm ve Çevresel Etkiler:**
 - Gelecekte, bu projede üretilen poliesterin geri dönüştürülebilirliği ve çevreye olan etkileri üzerine çalışmalar yapılabilir. Özellikle **plastik atıkların azaltılması** ve **polimerlerin yeniden kullanımı** ile ilgili projeler, daha çevre dostu ve sürdürülebilir poliester üretim süreçlerine katkı sağlayabilir.

Projenin Uygulama Alanları:

- Tekstil Endüstrisi:**
 - Bu proje, tekstil sektöründe kullanılan poliester üretimine temel oluşturur. Farklı glikoller ve anhidritlerle yapılan deneyler, farklı türde kumaşlar ve sentetik elyaflar üretmek için kullanılabilir.
- Plastik ve Ambalaj Üretimi:**
 - Poliesterin dayanıklılığı ve hafifliği, **gıda ambalajları**, **şişeler** ve **kaplamalar** gibi ürünlerde kullanımını sağlar. Bu proje, bu tür malzemelerin üretiminde daha verimli polimerizasyon süreçleri geliştirmek için kullanılabilir.
- Otomotiv ve Elektronik Sektörleri:**
 - Poliesterler, otomotiv ve elektronik endüstrilerinde **izolasyon malzemesi**, **kaplama** ve **hafif yapısal elemanlar** olarak kullanılmaktadır. Bu projenin sonuçları, daha dayanıklı ve çevre dostu polimerler geliştirmek için kullanılabilir.
- Çevre Dostu ve Biyobozunur Malzemeler:**
 - Gelecekte yapılacak araştırmalarda, biyolojik olarak parçalanabilen polimerler üretilmesi hedeflenebilir. Bu proje, çevre dostu alternatifler geliştirmek için bir başlangıç olabilir, özellikle plastik atıklarının azaltılması hedeflenebilir.

Genel Değerlendirme:

Bu proje, poliester üretimi üzerine temel bilgiler sağlarken, gelecekte yapılacak daha ileri araştırmalarla **daha çevre dostu, verimli ve sürdürülebilir** üretim yöntemlerinin geliştirilmesine olanak tanıyabilir. Çeşitli endüstrilerde farklı kullanım alanları olan poliester, bu proje sayesinde daha geniş kapsamlı çalışmaların temeli olabilir.

8-Ekler

Proje Sırasında Alınması Gereken Güvenlik Tedbirleri:

1. Koruyucu Ekipman Kullanımı:

- **Koruyucu Gözlük:** Ftalik anhidrit, etilen glikol ve diğer kimyasallarla çalışırken sıçrama riski olduğundan gözleri korumak için koruyucu gözlükler takılmalıdır.
- **Laboratuvar Eldivenleri:** Ciltle temas riski nedeniyle nitril veya lateks eldivenler kullanılmalıdır. Ftalik anhidrit ve etilen glikolün ciltle temas etmesi tahrişe neden olabilir.
- **Laboratuvar Önlüğü:** Kimyasalların gysilere sıçramasını engellemek için önlük giyilmelidir.

2. Kimyasalların Kullanımı ve Saklanması:

- **Kimyasalların Güvenli Saklanması:** Ftalik anhidrit ve etilen glikol gibi kimyasallar, serin ve kuru bir ortamda, sıkıca kapatılmış kaplarda saklanmalıdır. Bu kimyasallar, havadaki nemle temas ettiğinde bozulabilir veya reaksiyona girebilir.
- **Havalandırma:** Reaksiyon sırasında açığa çıkabilecek duman ve buharların solunmaması için deney, iyi havalandırılmış bir ortamda veya çeker ocakta yapılmalıdır.

3. Isı Kaynağına Dikkat:

- Su banyosu kullanılırken aşırı ısınmayı önlemek için sıcaklık düzenli olarak izlenmelidir. Su banyosunun aşırı sıcaklığa çıkması, polimerin bozulmasına ve yangın riskine neden olabilir.
- Isıtma işlemi sırasında oluşabilecek kazaları önlemek amacıyla ısıtma kaynağına dikkat edilmeli, çevrede yanıcı maddeler bulundurulmamalıdır.

4. Yangın Güvenliği:

- Etilen glikol gibi organik bileşiklerin yanıcı olabileceği göz önünde bulundurularak yangın söndürücü bulundurulmalıdır. Ayrıca deney sırasında laboratuvarın yakınında yangına karşı uygun güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Çevreye Duyarlı Atık Yönetimi Prosedürleri:

1. Kimyasal Atıkların Güvenli Bertarafı:

- Kullanılan kimyasalların atıkları, doğrudan lavaboya dökülmemeli ve çevreye zarar vermeyecek şekilde bertaraf edilmelidir. Kimyasal atıklar, laboratuvarlarda bulunan **kimyasal atık toplama kaplarında** biriktirilmeli ve uygun atık yönetim prosedürleri izlenmelidir.
- **Ftalik anhidrit ve etilen glikol** gibi kimyasalların doğrudan doğaya salınması çevre kirliliğine yol açabilir. Bu nedenle atık yönetimi, yerel yönetmeliklere uygun şekilde yapılmalıdır.

2. Geri Dönüşüm ve Atık Ayrıştırma:

- Kimyasal kaplar ve laboratuvar malzemeleri, tekrar kullanılabilir olup olmadıklarına göre ayrılmalıdır. Tekrar kullanılmayacak durumda olan kaplar uygun geri dönüşüm kutularına atılmalıdır.
- Atıkların geri dönüştürülebilir malzemelerle ayrıştırılması, çevresel etkinin azaltılması açısından önemlidir.

Bütün deney ve projelerde mutlaka **yetişkin desteği** alın.

Referanslar

 Projeler
<https://bilimordusu.com/>