Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, Sayı 3(1): 11-19 (2020)
(Derleme Makale)

Konvertör Bir Sistem ile Hava Kirliliği Oluşumundan Nişasta Sentezleme

Sadullah Çalı[1], Sezgin Ersoy[1*]

[1]Mekatronik Mühendisliği Bölümü, Teknoloji Fakültesi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

E-Posta: *sadullah.24@gmail.com, sersoy@marmara.edu.tr*

Özet: Bu çalışmada ağaçların yapmış olduğu karbondioksitten glikoza dönüştürme işlemine ek olarak glikozdan nişasta' elde ederek doğaya salınımı gerçekleştirilen zararlı karbondioksiti hem kullanılabilir hale getirmek, hem de kullanılabilir bir şekilde nişasta eldesini sağlayacak bir mekanik cihaz tasarımı yapmaktır.
Tasarımda önemli olan nokta, ağaçların yaptığı dönüştürme işlemini mekanik bir cihaz yardımıyla yapıp ağaçlardan daha hızlı bir şekilde havayı temizlemek ve hava kirliliğinin belirli bir nebze de olsa önüne geçebilmektir. Çalışmanın ilk aşaması olarak sistemin tasarlanması ve gerçekleşme ihtimallerinin değerlenmesi yapılacaktır. Daha sonraki aşamalarda çalışmanın gerçeklemesi ve sistemin çalışabilirliği saplanılacaktır.
Anahtar Kelimeler: Karbondioksit, sentez, sistem, tasarım.

Starch Synthesis from Air Pollution Formation with a Converter System

Abstract: In this study, in addition to the conversion of carbon dioxide to glucose produced by trees, a mechanical device was designed to obtain starch from glucose and make it usable and to obtain starch in a usable way. The important point in the design is to do the conversion process of the trees with the help of a mechanical device and to clean the air more quickly than the trees and to prevent the air pollution to a certain extent. As the first stage of the work the design of the system and the possibility of its realization will be evaluated. In the following stages, the implementation of the work and the operability of the system will be determined.
Key Words: Carbon dioxide, synthesis, system, design.

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, aslında adından da anlaşılabileceği gibi, Dünya çapındaki iklimin, küresel bir boyutta değişmesi anlamına gelir. Artan nüfus ile birlikte şehirleşme ve sanayileşme artmış olup, ormanlar ve doğal bitki örtüsü yok edilmektedir. Küresel ısınmayla birlikte okyanus su sıcaklıkları artmakta, bitki ve hayvan türleri azalmaktadır. İnsan kaynaklı emisyonlar (gaz salınımları) önemli hava kirliliğine yol açmakta, çevre ve insan sağlığı üzerinde tehlikeli boyutlarda olumsuz etkiler meydana getirmektedir. Hava kirliliği, havada katı, sıvı ve gaz şeklinde bulunan kirletici maddelerin canlıların normal yaşamına ve çevrenin doğal dengesine zarar vermesidir. Kirletici maddeler, havanın doğal yapısını bozan ve aynı zamanda çevre ve sağlık açısından olumsuz etkileri olan kimyasal maddelerdir. İklimbilimciler, son 120 yıla yayılmış sıcaklık ve bu sıcaklığa etki eden tüm faktörlere ait verileri analiz ederek, her bir faktörün sıcaklığı nasıl değiştirdiğini belirleyebiliyorlar. Bu faktörler insanın etkisi olan faktörler ve insanın etkisi olmayan faktörler olarak ikiye ayrılıyor. Hava kirliliğinde etkili zararlı bileşenlerin tespiti hava kalitesi izleme istasyonlarıyla anlık olarak takip edilmektedir. Bu çalışmada ağaçların yapmış olduğu karbondioksitten glikoza dönüştürme işlemine ek olarak glikozdan da ''NİŞASTA'' elde ederek doğaya salınımı gerçekleştirilen zararlı karbondioksiti hem kullanılabilir hale getirmek, hem de kullanılabilir bir şekilde nişasta eldesini sağlayacak bir mekanik cihaz tasarımı yapmaktır. Tasarımda önemli olan nokta, ağaçların yaptığı dönüştürme işlemini mekanik bir cihaz yardımıyla yapıp ağaçlardan daha hızlı bir şekilde havayı temizlemek ve hava kirliliğinin belirli bir nebze de olsa önüne geçebilmektir.

Hava kirliliği hem yaşam kalitesini olumsuz etkilemekte hem de endüstriyel temelli yüksek maliyetli problemler oluşturmaktadır. Bu problemin ortadan kaldırılması da oldukça önemlidir. Bu alanda literatürde yapılan çalışmalar bulunmaktadır. En önemlisi Hava kirliliğine karşı önlem arayışına giren Eindhoven Teknik Üniversitesi (TUE) araştırmacıları, yer altındaki otoparklarda kurulacak sistemle, havadaki partiküler madde ve kurumun toplanarak temizlenmesi üzerine çalıştılar. [1] Burada Eindhoven merkezindeki kirli hava, yer altında kurulan dev makinalar tarafından emilerek temizlendikten sonra, yeniden sokaklara verilmektedir.

[*] *İlgili E-posta: sersoy@marmara.edu.tr*

Panasonic tarafından yapılan bir çalışmaya göre "Dünyanın en verimli yapay fotosentez sistemi" başlıklı çalışmasında CO_2'i ayrıştırıp temiz organik maddelere dönüştüren bir sistem tasarlanmış ve yaklaşık %20 verimlilik sağlanmıştır.[2] İsviçreli bilim adamlarının çalışmaları sonucunda kurulan tesiste yıllık 900 ton CO_2'nin temizlenebileceği tespit edilmiştir. [3] Ekip, araştırmada, metal-organik çerçeveler (MOF) adı verilen sentetik bir malzeme içerisinde, karbondioksiti parçalayıp organik materyaller üreten bir kimyasal tepkime başlatmayı tetiklemiştir. [4]

ABD Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda yapay fotosentez yoluyla güneş ışınlarını yakıta dönüştürüldü. İlgi çekici bir diğer yapay fotosentez deneyi Rice Üniversitesi'nde Güneş enerjisinin hidrojen ve oksijen formundaki kimyasal enerjiye çevrimi gerçekleştirildi. [5]

Şehircilik ve sanayileşmenin sonucu kaybedilen ağaçların yerine suni fotosentez sistemi oluşturmaya çalışan bilim insanları, süreci taklit etmek için suni yapraklar üretti ve bu sayede suni fotosentez gerçekleştirdi. Süper-molekül tasarladıklarını belirten bilim insanları, bu moleküllerin ışığı yuttuktan sonra kimyasal reaksiyonlarını hızlandıran iki materyalden oluştuğunu belirtmiştir.[3]

Enerji üretiminin diğer yöntemlerinden farklı olarak, yapay fotosentez birden fazla yakıt türü üretme potansiyeline sahiptir. Foto sentetik işlem, ışık, CO_2 ve H_2O arasındaki reaksiyonlar sonucunda sıvı hidrojen üretecek biçimde ayarlanabilmektedir. Hidrojenle çalışan motorlarda, sıvı hidrojen benzin gibi kullanılabilir. Ayrıca, fotosentez işlemini etkin bir şekilde tersine çevirip, hidrojen ve oksijeni suya karıştırarak elektrik yaratacak bir yakıt sistemi kurulumuna da dönüştürülebilir. Hidrojen yakıt sistemleri, klima ve su ısıtıcılarımızı çalıştırmak için şebekeden aldığımız elektriği sağlayabilir. Büyük ölçekli hidrojen enerjisi üretimi ile ilgili problem, sıvı hidrojenin verimli ve temiz bir biçimde nasıl üretileceğidir. Yapay fotosentez bu probleme çözüm sunmaktadır. Metil alkol başka bir olası çıktıdır. Fotosentezle işleminde saf hidrojen yerine, foto-elektro-kimyasal işlemle Metil alkol (CH_3OH) üretilebilir. Metil alkol genellikle doğalgazdaki metandan elde edilerek, daha temiz bir yanma sağlamak için ticari benzine eklenir. Bazı araçlar yalnızca Metil alkol ile bile çalışabilir. Sera gazı gibi zararlı yan ürünler üretmeyen, temiz bir yakıt elde etme yeteneği, yapay fotosentezi çevre için ideal bir enerji kaynağı yapmaktadır. Ne su ne de karbondioksit sınırlı olmadığından, uzun vadeli düşünüldüğünde, diğer enerji kaynaklarından potansiyel olarak daha ucuz ve sınırsız bir kaynaktır. Aslında, bu foto-elektro-kimyasal reaksiyon, yakıt üretim sürecinde, büyük miktarlardaki zararlı CO_2'yi de azaltarak havayı temizleme olanağı da sağlamaktadır. Ancak, yapay fotosentezin kitlesel ölçekte kullanılması konusunda çeşitli engeller de bulunmaktadır. [6]

Chicago Illinois Üniversitesi'nden iki araştırmacı artan karbondioksit miktarını azaltmak için karbondioksitin karbon monoksite çevrildiği yeni bir yöntem geliştirdi. Laboratuvar ortamında geliştirilen yapay yaprakların doğal ortamda da fotosentez yapılması gerçekleştirilmiştir. Doğal yapraklardan on kat daha verimli fotosentez yapabilen yapay yapraklar çevreye zararlı karbondioksiti karbon monoksite çevirerek atmosferdeki karbondioksit miktarını azaltmakla beraber açığa çıkan karbon monoksit tek başına ya da hidrojen gibi farklı gazlarla birlikte yakıt olarak kullanmaktadır.[7]

İlgi çekici başka bir yapay fotosentez deneyi Rice Üniversitesi tarafından yürütülmektedir. Güneş enerjisinin hidrojen ve oksijen formundaki kimyasal enerjiye çevrimi üzerinde çalışan araştırmacılar yeni bir yapay fotosentez maddesi üreterek yarı iletkenler sayesinde suyun içindeki oksijen ve hidrojeni ayırabilmektedir.[8]

VERİ VE ÇALIŞMA ALANI

İnorganik maddelerden ışık enerjisi ve klorofil pigmenti yardımı ile organik madde üretimine fotosentez denir. Fotosentez işlemi sırasında ortaya çıkan O_2 molekülleri havaya salınır ve havada bir hava dolaşımı oluşmuş olur. Bu sistem yapay olarak oluşturabilir ve endüstriyel hava kirliliği alanında kullanılabilir. Yapay sentezlemenin kullanılabileceği alanlar şunlardır:

Sanayinin yoğun olduğu ve ağaç dikimine uygun olmayan bölgelerde,
Otomotiv sanayiinde araçların egzoz sistemlerine ek olarak,
Kimya sanayiinde oksijen kaybı yaşandığı yerlerde,
Hastanelerde,
Havanın yoğunlukla kirli bulunduğu bölgelerde,
Market ve resmi kurumlarda sistem kullanılabilir.

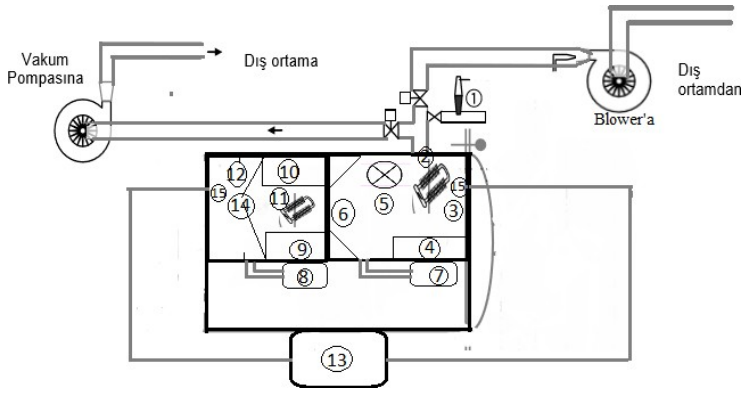
Çalışmanın amacı, bir gelişim döngüsü sırasında, depolama bileşiklerinin doğasını araştırmak ve şeker pancarı ve parsnipin (Pastinaca sativa) musluk köklerinde nişasta biyo-sentezinde merkezi olan genlerin ve enzimlerin ne ölçüde ortaya çıktığını araştırmaktır. Şeker pancarı ve yaban havucu kökü

benzer davranış ve morfolojiye sahiptir, ancak iki musluk kökünün ana depolama bileşikleri farklıdır. Şeker pancarı ve yaban havucu bir serada yetiştirildi ve iki farklı gelişim zaman noktasında örnekler alındı. Bu iki zaman noktasında, hem ışığın sonunda hem de günün olası karanlık değişimlerini izlemek için karanlık dönemin sonunda örnekler alındı. İki bitki türünden elde edilen kökler, karbon tahsisine ve ayrıca nişasta birikimi için gerekli genlerin ve ana nişasta biyosentetik enzimlerinin aktivitelerine odaklanmaya odaklanarak karşılaştırılmıştır.[9]

Sisteme ait yapısal elemanlar şunlardır:

- Sıcaklık Sensörü,
- Rezistans,
- Fan Motoru Ve Fan

Sistemimizin tasarım şeması Şekil 1.'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışma şeması

Sisteminizin Kimyasal Reaksiyonları: Çalışmada kullanılacak olan 2 adet reaksiyonun gerçekleşeceği hazneler sıcaklığın sabit tutulması prensibine dayandırılarak, dışarı ile ilişiği tamamen kesilecek şekilde tasarlandı. Haznelerin sıcaklık ve basınca dayanımlı şekilde tasarımı yapılmıştır. Hazneler bitişik yapı malzemelerinin ısı iletim direncini artırmak ya da dışarıya kaçan ısı miktarının minimuma indirmek için TS 825 ve Alman DIN 4108 normlarına göre ısı iletim katsayısı 0,060 kcal/mh °C değerinin altında olan malzemelere ısı yalıtım malzemesi kullanılmıştır. Bu değerin üzerinde kalan malzemeler de yapı malzemesi olarak adlandırılmaktadır. Haznelerin dış kısımları strafor köpük ile kaplanacak ve sistem içerisindeki ısı kaybının önüne geçilmesi sağlanacaktır. Bu şekilde sistemin verimliliği artacak ve sistem ısı kaybını minimuma indirip rezistansı daha az çalıştırmış olacak.

Raspberry Pi Programlama: A ve B olmak üzere iki modeli kullanılmıştır. Bu donanımın USB girişleri modüler çalışma için avantaj sağlamaktadır.

İnfüzyon Pompası: Çalışma şeması üzerinde (7) ve (8) numaralı eleman olarak gösterilmiştir. İnfüzyon pompası, yüksek hassasiyet kabiliyetine sahip bir cihazdır. Çalışmade ise enzimlerin istenilen oranda ve yüksek hassasiyetle tepkimeye sokulması amacı ile kullanılacaktır. Bir otomasyona bağlı olarak dokunmatik ekran üzerinde sınırlandırılmış veri girişi ve kontrolünü sağlamakta aynı zamanda bir haberleşme sistemi ile merkez bir bilgisayar tarafından da kontrol edilebilmektedir. Veri girişleri basitleştirilmiş Türkçe ve oldukça basit ara yüzüne sahip olması hatayı azaltacağı bir faktör olması gerektiği düşünülmüştür. Bunun yanı sıra Merkezi kontrolle sistemde oluşabilecek uyarı sesi olmadan ana bilgisayar üzerinden takip edilebilmektedir. Bu sistemle verinin hem raporlanabilir olması hem de sürekliliği amaçlanmıştır.

Vakum Pompası: Çalışma şeması üzerinde gösterilmiştir. 60 dak / 5 dak = 12 m3/h kapasiteye sahip, final basıncı 120 mbar olan bir vakum pompası seçilmesi sistem için yeterlidir.

Blower: Çalışma şeması üzerinde Blower ismiyle adlandırılmıştır. Blower, emisyona uğrayan ortamdaki havanın yüksek debide veya düşük basınç da transferini sağlayan tesisat ekipmanlarıdır. Blowerların içerisindeki fan dönerek emiş kısmındaki havayı vakumlar. İçeriye hapsedilen hava daha sonra çıkış tarafına doğru itilir. Blowerlar genellikle havayı taşımak için kullanılırlar. Blowerlar boyut, performans ve teknoloji bakımından uygulama alanlarımız için en güvenli hizmeti sunar. Blowerlar,

bakım gerektirmeyen, yüksek verimli fana, elektrik motoruna ve çeşitli montaj (yatay ve dikey olarak) şekillerine sahiptir. Yüksek basınç ve vakum sağlamaktadır. Yağsız hava üretebilmektedir.

Kimyasal Süreçler

Pgi Enzimi : Glukoz-6-fosfat ve fruktoz-6-fosfatın tersinir izomerizasyonunu katalize eden bir dimerik enzimdir. PGI farklı yolaklarda rol oynar: çoğu yüksek organizmada glikolizde rol oynar; memelilerde glukoneogenezde rol oynar; karbonhidrat biyosentezindeki bitkilerde; Bazı bakterilerde Entner-Doudouroff yoluna fruktoz için bir geçit sağlar. Çok işlevli protein PGI aynı zamanda nöroleukin (nöronların farklılaşmasına aracılık eden bir nörotrofik faktör), otokrin hareketlilik faktörü (hücre hareketliliğini düzenleyen tümör salgılayan bir sitokin), farklılaşma ve olgunlaşma aracı ve miyofibril bağlı serin proteinaz inhibitörü, olarak da bilinir. ve hücre içinde ve dışında farklı rollere sahiptir. Sitoplazmada, glikolizde ikinci basamağı katalize ederken, hücrenin dışında sinir büyüme faktörü ve sitokin görevi görür. Bacillus stearothermophilus kaynaklı PGI, iki küresel alan ve iki çıkıntılı kısımdan oluşan açık bir bükülmüş alfa / beta yapısal motifine sahiptir. Geniş alanın üst kısmının, çıkıntılı halkalardan biriyle birlikte, nörotrofik aktivitenin uyarılmasında rol oynayabileceği öne sürülmüştür. Çeşitli inhibitörler ile komplekslenmiş tavşan kası fosfoglukoz izomeraz yapısı, enzimin, her alt birimde iki alfa / beta sandviç alanlı bir dimer olduğunu göstermektedir. Bağlı D-glukonat 6-fosfat inhibitörünün yeri, substrat spesifikliğinde yer alan kalıntıların tanımlanmasına yol açar. İlaveten, genetik hastalıkta ikame edilmeyen amino asit kalıntılarının pozisyonları, nonprofitik hemolitik anemide, bu ikamelerin nasıl değiştirilmiş kataliz veya protein stabilitesi ile sonuçlanabileceğini göstermektedir. [10]

PGM Enzimi: Glikoliz, yalnızca son aşamalarda daha fazla miktarda enerji geri kazanılması için ilk aşamalarda enerji harcayan 10 aşamalı bir işlemdir. Bu metabolik yoldaki her adım, nihai enerji üretimi için şarttır. Her adım, verilen reaksiyonun hızını artıran bir veya daha fazla enzim tarafından katalize edilir. Fosfogliserit mutaz (PGM), Protein Veri Bankası ID 1qhf [1PH2'ye sahip 2-fosfogliserik asitten (2PG) oluşturmak üzere fosfatı 3-fosfoserin asitinden (3PG) transfer eden glikolizin 8. adımını katalizleyen spesifik homotetramer enzimidir.]. PGM, mayadan insana doğru olan organizmalarda bulunur, çünkü birçok taksonda yüksek oranda korunan bir işlem olan glikolizde önemli bir rol oynar. Bu enzimin eksikliği, CNS semptomlarına, kas güçsüzlüğüne, kramplara ve egzersizle yorgunluğa neden olur. Archaea ve bu bakterilerde 2,3-bifosfolgrat bağımsız fosfogliserat mutaz (BIPGM) bulunur. 2- fosfogliserat ve 3-fosfogliseratın karşılıklı dönüşümünü katalize eder [11]

YAPISI: İkincil yapı açısından, bu protein bir alfa / beta proteini olarak sınıflandırılır. Ayrıca, kat, 3 ana alfa / beta / alfa katmanına sahip olan "fosfogliserat mutaz benzeri" olarak sınıflandırılır. PGM, iplikçik 5 istirahat için bir anti-paralel iplikçik olarak mevcut olan 6 iplikçikli bir beta levha içerir. Kuaterner yapı genellikle iki özdeş alt birimden oluşur, bu nedenle bu enzim bir homodimer olarak sınıflandırılabilir. Dimerler, 56,000-60,000 kDa'lık bir nispi moleküler kütleye sahiptir. [12]

Bir istisna, kütle 110.000 kDa olan bir homotetramer olan mayanın PGM enzimini içerir (Samet J.M., 2000). Kuaterner yapı aktif bölge açısından aynı olsa da, enzimin aktif olduğu dokuya bağlı olan izozim adı verilen çeşitli varyasyonlar vardır. Mm tipi, mb tipi ve bb tipi, sırasıyla düz kas, kalp ve iskelet kası ve geri kalan dokularda glikoliz kataliz eden izozimlerdir.[13]

TEPKİ VE MEKANİZMA: PGM, glikoliz işleminde ayrılmaz bir adımdır. Bu enzim bir mutaz olduğu için, belirli bir substrat üzerinde fonksiyonel bir grubun bir konumdan diğerine transferini izomerizasyon reaksiyonunu katalize edecektir. Bir ara madde olarak 2,3- bisfosfogliserat içeren 3-fosfogliseratın (3PG) 2-fosfogliserat'a (2PG) dönüştürülmesinden sorumludur. [14] Yaklaşık 1.1 KJ / mol Gibbs serbest enerjisi ile bu reaksiyon neredeyse enerjik olarak nötrdür. Buna rağmen, glikolitik yolda devam etmek için gereken uygun molekülü üretmek için kesinlikle gereklidir. PGM'nin katalize ettiği reaksiyon aşağıda gösterilmiştir:

3PG + P-Enzyme -> 2,3BPG + Enzyme -> 2PG + P-Enzyme
3-phosphoglycerate -> intermediate->2-phosphoglycerate [15]

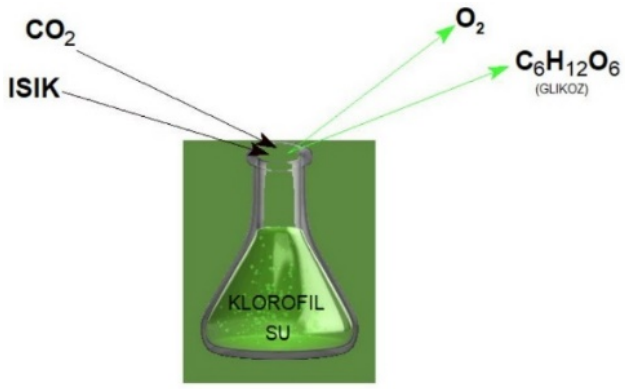
AGPASE Enzimi: Nişasta biyosentezi, nişasta, amiloplast üretmeye adanmış bir plastidde kök ve yumru kökler gibi yeraltı dokularında gerçekleşir.[4] Sükroz, kaynak dokulardan taşınan aynı moleküldür ve bu nedenle teorik olarak bir vakuolde depolanmadan önce başka bir modifikasyona gerek duymazken, nişastanın oluşumu için bir takım enzimatik aşamalara ihtiyacı vardır. Dikotiledonlar için, glikoz-6-fosfat yoluyla glikoz-6-fosfat taşıyıcıdan (GPT) amiloplasta girildikten sonra nişasta polimerinin

oluşumunda gerekli olan dört enzimatik adım vardır. [16] Bir plastidik fosfoglukomutaz, gelen glikoz-6-fosfatı glikoz-1-fosfata dönüştürür; bu, ATP ile birlikte ADP-glukozun ADP-glikozun oluşumu için ADP-glikoz pirofosforilaz tarafından kullanılabilecektir. ADP-glikoz, nişasta polimerik zincirlerinde a-1,4 bağlantılarını oluşturmak için farklı nişasta sentaz formları tarafından kullanılan temel yapı taşıdır. Nişasta dallanma enzimi, polimerik zincirlere dallar oluşturan a-1,6 bağlantılarının oluşumunu katalize eder. Nişasta dallanma enzimi ile net nişasta üretilmez, ancak amilopektinin yapılandırılması önemlidir. [17] İyi yapılandırılmış nişasta granüllerinde yapı ve organizasyon için izoamilaz ve nişasta fosforilaz gibi nişasta ayarlama kabiliyetine sahip ek enzimler gereklidir. [16]

Şeker pancarında nişasta üretimi, günlük döngüsünün bir parçası olarak fotosentez sırasında, nişasta biyosentezi için merkezi olan tüm genlerin diğer bütün bitkilerde olduğu gibi şeker pancarında bulunduğunu göstermektedir. [18] Aynı sonuç, şeker pancarı ile ifade edilen sekans etiketlerinin (EST'ler) halka açık veritabanlarının araştırılmasıyla da yapılabilir. Şeker pancarı yapraklarında nişasta biyosentezi ve sorumlu enzimler üzerine birkaç çalışma yapılmıştır. [18] Bununla birlikte, şeker pancarı musluğundaki nişasta biyosentezi ile ilgili gen ekspresyonu veya enzim aktiviteleri üzerine yapılan çalışmalar henüz bilinmemektedir.

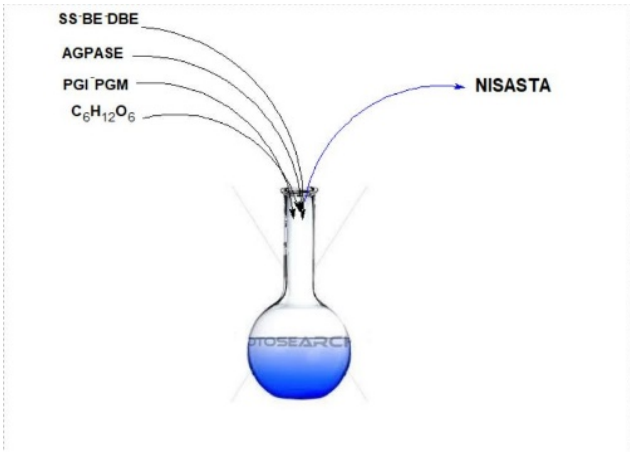
YÖNTEM

1. Aşama: Çalışmanın ilk kısmında 1. Haznede gerçekleşt,r,lecek olan işlemler 1.aşama adı altında belirtilmiştir. Öncelikle ortamdan pompa (blower) yardımıyla alınacak olan kirli hava (CO_2), Şekil 2'de gösterildiği gibi sistemdeki su, klorofil ve solar enerji(ışık) ile birleştirilerek süzme işlemlerinden geçirildikten sonra 'Glikoz'($C_6H_{12}O_6$) elde edilmiş olacaktır.[17] Deneyler sonucunda elde edilen verilere göre en ideal ön vakumlama basıncı 0,8 bar olacaktır. Bu eldede en önemli kısım cihaza daha önceden eklenilecek olan 'Klorofil''dir. Açığa çıkan fazla O_2 ise havaya salınabilir veya ihtiyaç durumlarında kullanılmak için belirli bir oranda sistem haznesinde tutularak saklanabilir. Ortamdan alınacak olan CO_2,vakumlama sistemi yardımıyla küçük bir filtreden geçtikten sonra hangi oranda kullanılacağı ve sistemde ne kadar ihtiyaç olduğu belirlendikten sonra ihtiyaç olduğu oranlarda hazneye getirilir. Bu haznede tepkimede ne kadar CO_2 kullanılacaksa, tepkimeye sokularak klorofil, ışık ve su ile birleştirilerek glikoz ve oksijen molekülleri elde edilmiş olacaktır. Elde edilen glikoz ve oksijen molekülleri nişasta eldesi için 2. Aşamanın gerçekleşeceği hazneye gönderilecektir.



Şekil 2. Birinci Aşama kimyasal tepkime gösterimi

2. Aşama: Tasarımın 2. aşamasında, 1. Aşamadan elde edilen $C_6H_{12}O_6$, Şekil 3'deki sırasıyla PGI, PGM, AGPASE ve SS-BE-DBE enzimleri ile tepkimeye sokularak doğru sıcaklık-doğru basınçlı ortamda nişastaya dönüştürülmüş olacak. Bu adımlar sonunda bitkilerdeki gibi Nişasta sentezi gerçekleştirilmiş olacaktır. Bu sayede kullanımı mümkün olabilecek olan bir nişasta elde edilmiş olup hem de kirli hava temizlenecektir.[18]



Şekil 3. İkinci Aşama kimyasal tepkime gösterimi

Sistemin Çalışması

İlk önce sistemin 1. Haznesine dışarıdan blower yardımıyla hava doldurulacaktır. Sisteme hava alımı tamamlandıktan sonra Kapak 1 (2) kapanarak se sisteme hava girişi kesilmiş olacaktır. Sisteme hava girişinin kesilmesinden sonra ortamın havası sıcaklık sensörü tarafından algılanılarak programlama kartına bilgiyi gönderecektir. Sıcaklık istenilen dereceden düşük bir değerde ise rezistans (3) devreye girecek veya aynı şekilde sıcaklık yüksekse soğutma sistemi (13) devreye girecektir. Kapak2(15) açılarak ortamın havası tamamen ayarlanılarak hava kesilecektir. Bu durumlarda kapak3(6) kapanacaktır. Daha sonra reaksiyonun gerçekleşmesi için 1. haznedeki tüm kapaklar kapanacak şekilde ortama, infüzyon pompası (7) yardımıyla klorofil ve su salınacaktır. Sonrasında Işık(5) devreye alınarak belirli oranlarda kullanılan klorofil-su (4) ile tepkimeye girecek ve kirli hava tepkimesi tamamlanınca glikoz ve oksijen oluşturmuş olacaktır. Ortamda oluşmuş olan fazladan oksijen molekülleri vakum pompası ile dış ortama salınarak 1. Hazne tekrar işlem yapmak üzere hazır hale getirilmiş olacaktır. Oluşan glikoz ilgili kapak yardımıyla 2. Hazneye aktarılacak ve tasarımın 2. Aşamasına geçilecektir. Kapak 3 (6)'ün açılmasıyla 1.Haznedeki glikoz 2.Hazneye aktarılacak ve 2.Haznede Kapak4 (14) üzerinde birleştirilecek olan glikoz ve PGI-PGM (10), Agpase-SS-DE- DBE (9) enzimleri doğru sıcaklık koşulu oluştuğu takdirde infüzyon pompası yardımıyla tepkimeye sokularak nişasta eldesi gerçekleştirilmiş olacaktır. Elde edilen nişasta alttaki Nişasta haznesine kapak4(14)'ün açılması suretiyle toplanacak. Oluşan nişasta seviyesi doluluk sensörü (12) sayesinde belirli seviyeye ulaşarak bu sensörden haznenin boşaltıldığı bilgisi gelmediği sürece sentezleme işlemine devam edilmeyecektir.

Sistemin başarılı olması için ısı ve sıcaklık, basınç ve nem parametrelerinin dengeli bir şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu parametreler Rank 1 seviyesinde kolayca kontrol edilebilse de etkileşimli durumlarında bu parametrelerin kontrolü güçleşmektedir. Bu parametrelerin etkileşimli çalışmaları için sistem Arrhenius denklemi ve grafiği ile çözümlenecektir. Elde verilen veriler Tablo 1.'de verilmiştir.

Tablo 1. Sistemde elde edilen veriler

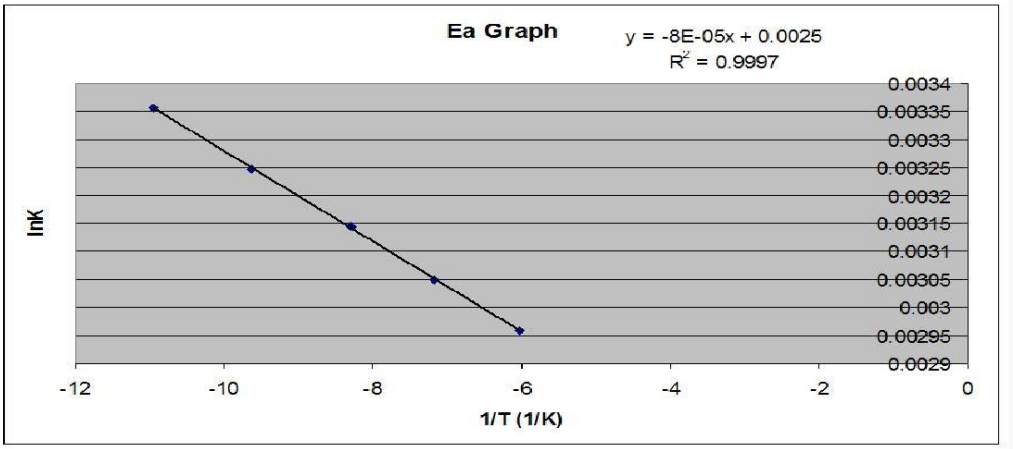
T (K)	k(s-1)
298	1,74x10-5
30	6,61x10-5
318	2,51x10-4
328	7,59x10-4
338	2,40x10-3

Fizikokimyada Arrhenius eşitliği, reaksiyon hızının sıcaklığa bağlılığını gösteren bir formüldür; kimyasal reaksiyon hızının belirlenmesinde ve aktivasyon enerjisinin hesaplanmasında çok büyük ve önemli bir uygulamaya sahiptir. Eşitlik, günümüzde en iyi deneysel bir ilişki olarak görülüyor Difüzyon katsayılarının sıcaklık değişimini, kristal boşlukları popülasyonunu, sürünme hızlarını ve diğer birçok termal olarak indüklenen proses/reaksiyonları modellemek için kullanılabilir. Buradaki amaç Arrhenius

denklemi sayesinde çalışmamamız içerisinde yer sıcaklık, nem, basınç gibi değişkenlerin hesaplanarak verilerin optimizasyonu sağlamaktır. Elde edilen grafiklerin birleştirilmesiyle oluşturulacak kontrol sistemine daha efektif veri akışı sağlanabilecektir. Grafik Şekil 4.'de sunulmuştur.

Aktivasyon enerjisi eğimden = -Ea / R hesaplanabilir.

Eğimin değeri -8e-05'tir: -8e- 05 = -Ea / 8.314 -> Ea = 6.65e-4 J / mol [29]



Şekil 4. Arrhenius çözümü sonucunda oluşan grafik

SONUÇ

Teknoloji geliştikçe teknolojiden yarar gördüğümüz gibi teknolojinin bize verdiği zararları da göz ardı etmemek gerekir. Hava kirliliğinin artması ve havadaki zararlı parçacık oranının yükselmesi bu teknolojinin bize verdiği zararlardan biridir. Bu çalışmanın yapılmasındaki amaç, karbondioksiti nasıl daha verimli kullanabileceğimizin tespitini yapmak ve buna bağlı olarak bu karbondioksit gazından nişastayı elde edecek olan bir sistem tasarımı gerçekleştirmesidir.

Çevre kirliliğine neden olan endüstriyel ve kimyasal atıkların doğada zarar vermeden kaybolmasını sağlayabilmek için ülkeler yüksek miktarda fon ayırmakta ve bilimsel çalışmalarını arttırmaktadır. Hatta Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği, Dünya Sağlık Örgütü gibi birçok uluslararası örgüt bu konuda yaptırımlar ortaya koymaktadır. Teşvik ve ceza yöntemiyle ekonomi politikalarını belirleyen bu ülkeler ticari kurallarında da çevre korumasını bir şart olarak belirlemişlerdir.

Çevre konusunda yapılan birçok çalışmada literatürde yer almaktadır. Hava kalitesinin ve kirliliğinin ölçülmesi [19-20], gaz emisyonlarının tespiti [21] veya su kaynaklarının[22] değerlendirilmesi bu çalışmalardan bazılarıdır. Gelişen teknolojiye bağlı olarak ölçme sistemlerinde de gelişme yaşanmaktadır. Örneğin insansız hava araçları [23] veya mobil telefonların hava kirliliğini ölçmesi ve bir veri tabanı oluşturması [24] gibi teknikler kullanılmaya başlanmıştır. Hava kirliliği oranlarının tespit edilerek farkındalık oluşturması kalıcı çözümler sunamamaktadır. Bu nedenle hava kirliliğinin azaltılması ve ortadan kaldırılması için biofiltreler [25-27], siklonlar [28], Elektrostatik serpme [29], yoğunlaştırma[30] gibi yöntemler kullanılmaktadır. Ancak bunların hepsi yapısal sistemlerdir. Bu sistemlerin değişken ve dinamik bir ayrıştırma yapması söz konusu değildir. Bu çalışmada farklı olarak bir problemin ölçeksel büyüklüğünün tartışılması yerine hava kirliliğine neden olacak etkilerin azaltılması için filtrelemenin yapılması amaçlanmıştır.

Çalışmanın sonucunda yerli ve yabancı birçok kaynak taranmış ve bunlardan alınan ortak bilgilerle en verimli halde bir sistem tasarlanmıştır. Çalışmanın devamı niteliğindeki kısımda daha çok gerçek hayatta kullanılacak sistem hayata geçirilecektir. Edinilen bilgiler sonucunda böyle bir sistemin yapılabilmesinin mümkün olacağı ve bu sistemin hava kirliliğinden faydalanma adına yararının görülebileceği saptanmıştır. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesiyle hava kirliliğinin oluşturduğu zararlı etkileri ekonomik katkıya dönüştürmek ve daha temiz bir endüstriye sahip olmak için fırsat oluşturması düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Özkan, Y. (2017, Aralık 20). BBC Türkçe. BBC: https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-42425649 adresinden alındı

[2] Atmaca, G. (2019, Mayıs 20). KBT Bilim Sitesi. KBT Bilim Sitesi: http://www.kuark.org/2012/08/dunyanin-en-verimli-yapay-fotosentez-sistemi-gelistirildi/ adresinden alındı

[3] Kulaklı, G. (2018, Kasım 22). Web Tekno. WebTekno: https://www.webtekno.com/bilim-insanlari-fotosentez-yapan-yapay-yapraklar-uretti-h29850.html adresinden alındı

[4] Logan, M. W., Ayad, S., Adamson, J. D., Dilbeck, T., Hanson, K., & Uribe-Romo, F. J. (2017). Systematic variation of the optical bandgap in titanium based isoreticular metal–organic frameworks for photocatalytic reduction of CO_2 under blue light. Journal of Materials Chemistry A, 11854-11863

[5] Hurriyet Popular Science. (2018, Ocak 13). Hurriyet Teknoloji. Hurriyet Popular Science: http://www.hurriyet.com.tr/teknoloji/yapay-fotosentez-ortami-olusturmak-mumkun-olabilir-mi-40708559 adresinden alındı.

[6] Saraçoğlu, O. G. (2018, Mayıs 8). Bilgi Ustam. Bilgi Ustam: https://www.bilgiustam.com/yapay-fotosentez-enerji-uretimi/ adresinden alındı.

[7] Okatan, A. (2019, Mart 20). TUBİTAK. TUBİTAK Bilim Genç: http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/dogada-fotosentez-yapabilen-yapay-yapraklar adresinden alındı

[8] Bilimsel Dünya. (2018, Haziran 27). Bilimsel Dünya. Bilimsel Dünya: https://www.bilimseldunya.com/yapay-fotosentez-ortami-mumkun-mu/ adresinden alındı

[9] Turesson , H., Andersson, M., Marttilla, S., Thulin, I., & Hofvander, P. (2014). Starch biosynthetic genes and enzymes are expressed and active in the absence of starch accumulation in sugar beet tap-root. BMC Plant Biol, 104.

[10] InterPro. (2019). Phosphoglucose isomerase (PGI) . InterPro, Cambridgeshire, İngiltere.

[11] Katsouyanni, K. (199). Short-term effects of ambient sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA project. Air Pollution and Health: a European Approach. BMJ, 1658-63.

[12] Samet J.M., D. F. (2000). Fine particulate air pollution and mortality in 20 U.S. cities, 1987-1994. N Engl J Med., 1742-9.

[13] Mc Michael AJ, A. H. (1998). Inappropriate use of daily mortality analyses to estimate longer-term mortality effects of air pollution. Int J Epidemiol. , 450-3.

[14] PJ, F. (1986). Air quality in Ireland: the present position. Dublin

[15] proteopedia.org. (2018,Ağustos/20). proteopedia.org/wiki/index.php/Phosphoglycerate_Mutase adresinden alındı

[16] D.W., L. (1987). Photosynthesis: Metabolism, Control, and Physiology. Oxford: OAI.

[17] M.F., H. (1986). *Photosynthesis: Energy Transduction: A Practical Approach.* Oxford: Oxford University Press .

[18] Zeeman, S., Smith SM, & Smith AM. (2007). The diurnal metabolism of leaf starch. *Biochem J.*, 13-28.

[19] Toros H., Bağış S, Gemici Z. (2018). Modelling of Spatial Distribution of Air Pollution in Ankara. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1 (1), 20-53

[20] Kunt F., Dursun Ş. (2018). Impacts of Some Meteorological Factors on Air Pollution of Konya City Centre. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1 (1), 54-61.

[21] Kara G., İbiç A., Yağcıoğlu E. (2018). Greenhouse Gas Emissions from Cement Industry. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*. 1 (2), 87-90

[22] Ersoy S. (2014). Vortex with the Formation of Electricity Generation and System Modelling. *Int. J. Environ. Sci. Dev*. 5 (2), 152-154

[23] Ersoy S., Taş M.E. (2019). Determining Unmanned Aerial Vehicle Design Parameters For Air Pollution Detection System. *The Online Journal of Science and Technology*. 10 (1), 6-18

[24] Nazelle A., and others. (2013). Improving estimates of air pollution exposure through ubiquitous sensing Technologies. *Environmental Pollution*. 92-99

[25] Leson G., Winer A.M. (1991). Biofiltration: An Innovative Air Pollution Control Technology For VOC Emission. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 47 (8). 1045-1054.

[26] Purchas D.B. (1971). Filtration in Process Plant Design and Development: Liquid–Solids Separation.

[27] W. Strauss, (1975). Industrial Gas Cleaning, 2nd ed., Pergamon, Oxford.

[28] US EPA. Cyclones. (2004). APTI Virtual Classroom. Lesson 2. http//search.epa.gov. US Environmental Protection Agency, Washington DC.
[29] White, H.J., (1974). Proc. Symp. Control Fine-Particulate Emissions Ind. Sources. 58–76
[30] US EPA. (1994). Control Techniques for Fugitive VOC Emissions from Chemical Process Facilities, EPA/625/R-93/005, US Environmental Protection Agency, Cincinnati.