

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

BİYORAFİNERİ ÜRÜNLERİNİN
EKSTRAPOLASYON UYGULAMALARI
YARDIMI
İLE TEKNOLOJİK OLARAK
DEĞERLENDİRİLMESİ

Eda KAYA

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Melih Soner ÇELİKTAŞ

Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu: 625.05.01

Sunuş Tarihi: 23.03.2015

Bornova-İZMİR

2015

Eda Kaya tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “**Biyorafineri Ürünlerinin Ekstrapolasyon Uygulamaları Yardımı İle Teknolojik Olarak Değerlendirilmesi**” başlıklı bu çalışma E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği ile E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Eğitim ve Öğretim Yönergesi’nin ilgili hükümleri uyarınca tarafımızdan değerlendirilerek savunmaya değer bulunmuş ve 23 Mart 2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/~~oyçokluğu~~ ile başarılı bulunmuştur.

Jüri Üyeleri:

Jüri Başkanı

: Y. Doç. Dr. M. Soner ÇELİKTAŞ

Raportör Üye

: Prof. Dr. Günnur KOÇAR

Üye

: Y. Doç. Dr. Şebnem YILMAZ BALAMAN.....

İmza



EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi / Doktora Tezi olarak sunduğum “Biyorafineri Ürünlerinin Ekstrapolasyon Uygulamaları Yardımı ile Teknolojik Olarak Değerlendirilmesi” başlıklı bu tezin kendi çalışmam olduğunu, sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi, tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını, bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı, bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

24 / 04 / 2015

İmzası

Adı-Soyadı

ÖZET

BİYORAFİNERİ ÜRÜNLERİNİN EKSTRAPOLASYON UYGULAMALARI YARDIMI İLE TEKNOLOJİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

KAYA, Eda

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Melih Soner ÇELİKTAŞ
Ocak 2015, 63 sayfa

Bu tez çalışmasında, biyorafineri yöntemleriyle elde edilen kimyasallar, ekstrapolasyon yöntemlerinden Fisher-Pry modeli yaklaşımıyla incelenerek ileriye yönelik tahminlemeler yapılmıştır. Gelecek vaad eden bazı biyokimyasalların ve petrol kökenli kimyasalların dünya genelinde üretim miktarları ve pazar payları incelenmiştir. Gerçekleştirilen çalışmada Fisher-Pry yöntemi uygulanmıştır. Sonra ki basamakta kullanılan matematiksel yöntem yardımıyla karşılaştırmalar yapılmış, biyo kökenli kimyasalların ne zaman pazar hakimiyeti sağlayacağı incelenmiştir. Yapılan araştırma ve uygulamalar sonucunda seçilen biyo kökenli kimyasallardan süksinik asitin 2021, furfuralın 2032, 1,3-propanediolün 2036 ve laktik asitin 2029 yıllarında kendi pazarlarında %100 hakimiyet sağlayacağı öngörülmüştür.

Anahtar sözcükler: Biyokütle, Biyorafineri, Ekstrapolasyon, Fisher-Pry, Süksinik asit, Laktik asit, Propanediol, Furfural

ABSTRACT**ASSASSMENT of BIOREFINERY PRODUCTS WITH
EXTRAPOLATION APPROACH**

KAYA, Eda

MSc in Department of Solar Energy

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Melih Soner ÇELİKTAŞ

Janurary 2015, 63 pages

In this thesis study, the chemicals which were produced with biorefinery methods were analysed with the Fisher-Pry model approach which was one of the extrapolation methods and relevant projection studies have been made. Production amounts and market shares of biochemicals which have promising futures and petroleum variations were examined. According to the result of the researches among different forecasting methods, Fisher-Pry model was decided to be used. Later on, comparisons were done with the help of the decided mathematical method and the time of domination for the bio-sourced chemicals was examined. According to the results of the researches and applications, it has been forecast that the examined bio-sourced chemicals will overtake the market share with %100 in the next 6 to 10 years. The results of the research and applications of selected biobased chemicals, succinic acid (2021), furfural (2032), 1,3-propanediol (2036) and lactic acid (2029) will have 100% of their market dominance.

Key words: Biomass, Extrapolation, Fisher-Pry, Succinic Acid, Propanediol, Furfural, Lactic Acid

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince, derslerim ve çalışma konularım hakkında yardımını, desteğini ve anlayışını hiçbir zaman esirgemeyen, eğitimimin yanı sıra manevi anlamda da desteğini her zaman gösteren saygıdeğer danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Melih Soner Çeliktaş’a bu süreçte her zaman yanımda olduğu için çok teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, sınırsız sevgileriyle her zaman arkamda olan aileme bütün kalbimle teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım süresince bana her zaman destek olan ve her an yanımda olduğunu hissettiren Hakan ŞIK’ a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1 Teknolojik Öngörü	1
1.2 Biyokütle ve Biyorafineri	3
1.3 Biyoekonomi	6
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	8
2.1 Biyokütle Kavramı ve Tarihsel Gelişimi	8
2.2 Biyorafineri Kavramı	10
2.2.1 Biyorafineri teknolojileri	11
2.3 Trend Ekstrapolasyon	11
2.3.1 Lineer trend ekstrapolasyon	12
2.3.2 Ekponansiyel trend ekstrapolasyon	13
2.3.3 Parabolik trend ekstrapolasyon	14
2.3.4 Geometrik trend ekstrapolasyon	15
2.4 Trend ekstrapolasyonu kavramının tarihsel gelişimi	15
2.5 S eğrileri	16
2.6 Biyorafineri Sistemleri ve Teknolojik Öngörü	22
3. YÖNTEM	23
3.1 Bibliyometrik Çalışma	23
3.2 Fisher-Pry Modeli	25
4. BULGULAR	28
4.1 Bibliyometrik Bulgular	28
4.2 Biyosüksinik Asit ve Petrosüksinik Asit	32
4.2.1 Süksinik asit	32
4.2.2 Süksinik asit pazarı	34

İÇİNDEKİLER (devam)

4.2.3 Biyosüksinik asit ve petrosüksinik asit uygulaması.....	35
4.3 Biyo kökenli 1,3-Propanadiol ve Petrol kökenli 1,3-Propanediol	36
4.3.1 1,3-Propanediol	36
4.3.2 1,3- Propanedion pazarı	37
4.3.3 Biyo kökenli propanediol ve petrol kökenli propanediol uygulaması	28
4.4 Biyo Kökenli Laktik Asit ve Petrol Kökenli Laktik Asit.....	40
4.4.1 Laktik asit.....	40
4.4.2 Laktik asit pazarı	41
4.4.3 Biyo kökenli laktik asit ve petrol kökenli laktik asit uygulaması	42
4.5 Biyo Kökenli Furfural ve Petrol Kökenli Furfural.....	44
4.5.1 Furfural.....	44
4.5.2 Furfural pazarı.....	45
4.5.3 Biyo kökenli furfural ve petrol kökenli furfural uygulaması	46
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	50
KAYNAKLAR DİZİNİ	52
ÖZGEÇMİŞ	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Öngörüleme sistemi	2
1.2 Biyokütle dönüşüm süreçleri ve biyoyakıt teknolojisi	4
2.1 Biyokütle çevrimi	12
2.2 Farklı formlarda biyoyakıtlar.....	12
2.3 Lineer ekstrapolasyon grafiği	15
2.4 Eksponansiyel trend ekstrapolasyon grafiği	15
2.5 Parabolik trend ekstrapolasyon grafiği	15
2.6 Geometrik trend ekstrapolasyon grafiği	16
2.7 S eğrileri teknolojik yaşam döngüsü.....	18
2.8 S eğrisi grafiği.....	18
2.9 Yeni teknolojinin eski teknolojiyi kesme eğrisi	19
2.10 Yeni teknolojinin eski teknolojiyi geçme eğrisi	20
2.11 Gompertz modelinin farklı durumlardaki grafiği	21
3.1 Global biyokütle kurulu gücü	23
4.1 Yıllara göre toplam yayın ve makale sayıları karşılaştırması.....	26
4.2 Konu başlığı kategorilerinin yüzdesel dağılımı.....	27
4.3 Yayınların dergilerdeki dağılım yüzdeleri.....	28
4.4 %4 ila %8 oranında süksinik asit içeren kehribar taşı	34
4.5 Biyo kökenli süksinik asit Fisher Pry analizi	38
4.6 Biyo kökenli ve petrol kökenli süksinik asit pazar payı karşılaştırması.....	38
4.7 Biyo kökenli propanediol Fisher Pry analizi	41
4.8 Biyo kökenli ve petrol kökenli propanediol pazar payı karşılaştırması	41
4.9 Biyo kökenli laktik asit Fisher Pry analizi.....	45
4.10 Biyo kökenli ve petrol kökenli laktik asit pazar payı karşılaştırması.....	45
4.11 Biyo kökenli furfural Fisher Pry analizi	47
4.12 Biyo kökenli ve petrol kökenli furfural pazar payı karşılaştırması	47

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.1 Biyorafineri araştırmalarında makale ve dergi karakteristikleri	28
4.2 Uluslararası iş birliğinde en üretken ülkeler	29

1.GİRİŞ

İnsanlık tarihi boyunca en çok merak edilen soru geleceğin tahmin edilip edilemeyeceği olmuştur. Farklı alanların kendi içlerinde farklı yaklaşımlarının olduğu bu sorunun cevabına bilim penceresinden bakarak cevap aranması teknolojik öngörü kavramını ortaya çıkarmıştır. Bu kavram geleceğin dünyasına bakış atılmasına olanak sağlayacak bir yöntem ve güç olarak görülebilir. Bir soruna önceden müdahale edebilmenin sağlayacağı avantaj, yenilik tahmini yapabilmenin gücü, ya da bir teknolojinin, kavramın çıkış ve düşüş noktalarının kestiriminin insanoğluna sağlayacağı fayda yadsınamaz ölçüdedir.

1.1 Teknolojik Öngörü

Günümüzde firmaların üretim, satış, pazarlama, stoklama, istihdam gibi temel politikalarının belirlenmesinde ve karar alınmasında öngörünün önemli bir rolü bulunmaktadır. Firmalar, işletmelerinde ya da bizler yaşamımızda gelecek olaylarla ilgili tahminler yaparız ve bu tahminler doğrultusunda da planlar yapar, adımlar atarız (Hegarty ve Macridakis, 1981). Bir konuyu planlayabilmek için öncelikle o konuya ait bir öngörü yapabiliyor olmamız gerekmektedir (Hanke ve Reitsch, 1992)

Öngörü, her hangi bir değişkenin şimdiki ve geçmiş dönemlerdeki değer ve davranışlarını inceleyerek, belirli varsayımlar altında, gelecek dönemlerde alabileceği değerleri tahmin etmeye yönelik uğraşlar olarak tanımlanmaktadır (Kayim, 1985). Burada değişkene ait şimdiki zaman değerini de içeren bir tarihsel veri kümesi mevcuttur. Bu tarihsel veri setine dayanarak değişkenin gelecek dönem değerleri için koşullu olasılık dağılımları bulmaktır. Öngörü hem gelişmiş ekonomilerin yönlendirilmesi hem de az gelişmiş ekonomilerin planlanmasında önemli bir yer tutmaktadır (Koutsoyiannis, 1989).

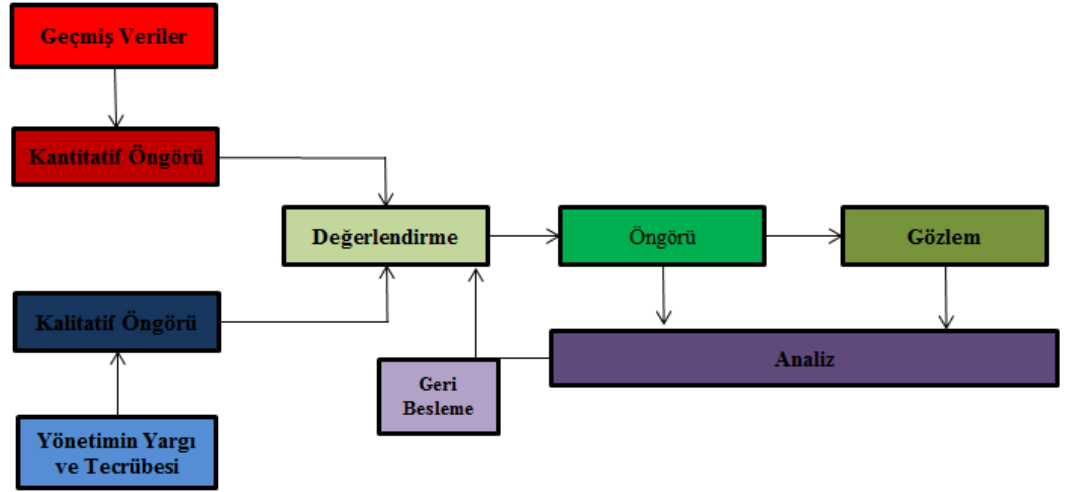
Öngörü, bugünkü kararların doğru verilmesi ve ortak eylemlerin hayata geçirilmesi amacına yönelik sistematik katılımcı bir gelecek zekası ile politika tasarımlarında, planlama ve karar vermede dikkate alınması gereken, uzun dönemli geleceği belirleyen güçlerin anlaşılması, değerlendirilmesi ve orta vadeden uzun vadeye vizyon oluşturulması yöntemidir. Gelecek hakkında bilgi

retirken aynı zamanda gelecek hakkında düşünmeyi de sağladığından öngörünün bizzat kendisi de bir gelişim aracıdır (Berkhout ve Hertin, 2003). Öngörülerin türleri vardır. Bunlar; ekonomik öngörüler (enflasyon oranı, para arzı, planlama göstergeleri vs.), teknolojik öngörüler (teknolojik gelişme oranları, yeni ürünlerin kabul görmesi vb.), talep ngrleri (mevcut ürünün satışlarını kestirme-öngörme) eklindedir.

Zaman boyutlarına göre öngörüler ise 3 gruba ayrılır. Bunlar kısa dönem öngörüler (1 yıla kadar, genelde 3 aydan az, görevlerin programlanması, i gücü tahsisleri), orta dönem öngörüler (3 ay ıla 3 yıl arası, satış ve üretim planlama, btceleme sebebi ile) ve son olarak da uzun dönem öngörüler (3 yıl üzeri, yeni ürün planlama ve tesis kurulu yeri) eklinde belirtilir (TBTAK, 2001).

Orta ve özellikle uzun dönem öngörülerde yaşam eğrileri kullanılır bu eğrilerde giriş, büyüme, olgunluk ve d dönemleri vardır. Bu tip araçların kullanılması üretilen ürün farklı evrelere geçerken, i gücü düzeyi, stok düzeyi, tesis kapasitesi için yapılan öngörüler de büyük fayda sağlamaktadır (Akmt vd., 1999).

ngrde 6 temel adım vardır. Bu adımlar sırasıyla öngörü kalemlerini seçme, zaman boyutunu belirleme, model veya modelleri seçme, verileri toplama, öngörüyü uygulama ve sonuçların geçerliliğini kontrol aamalarıdır (Akmt vd., 1999). ngr yöntemleri kalitatif (niteliksel) ve kantitatif (niceliksel) yöntemlerdir.



Şekil 1.1 Öngörüleme Sistemi (Doğan, 2014).

Teknoloji öngörüsü, en fazla ekonomik ve sosyal yarar getirecek stratejik araştırma ve gündeme gelecek olan teknoloji alanlarının belirlenebilmesi için bilim ve teknoloji alanlarının uzun vadeli geleceğinin sistematik bir şekilde belirlenmesi sürecidir (Martin, 1995).

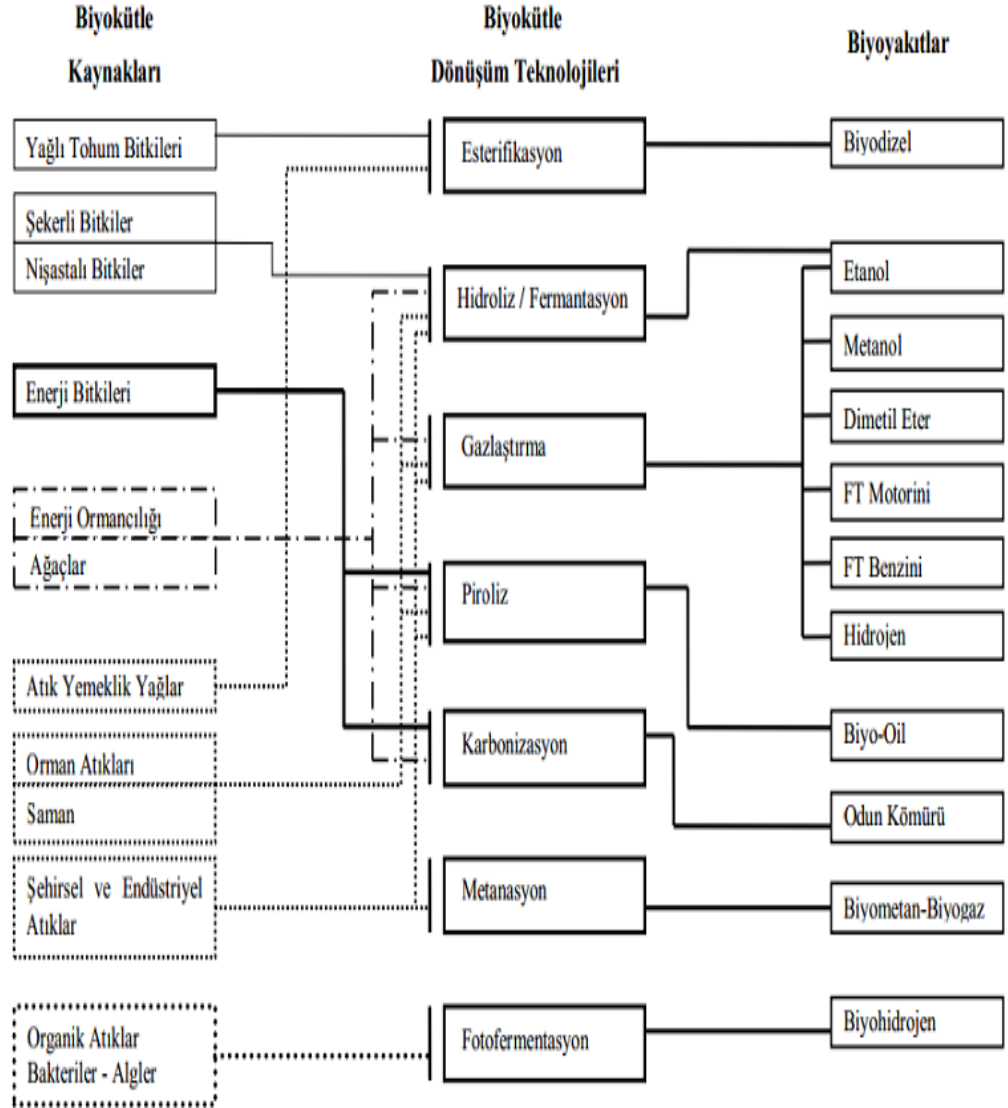
1.2 Biyokütle ve Biyorafineri

Biyokütle, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların belirli bir zamanda sahip olduğu toplam ağırlık olarak tarif edilmektedir. Başka bir deyişle biyokütle, bir bölümü enerji üretiminde kullanılabilen, biyolojik kökenli, fakat fosil olmayan organik madde kütleleridir. Ana bileşenleri karbonhidrat bileşikler olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm organik maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Alemdağ, 1980).

Biyokütleye örnek olarak, ağaçları, mısır, buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkileri otları, yosunları, denizdeki algleri, evlerden atılan meyve ve sebze artığı gibi tüm organik çöpler, hayvan dışkılarını, gübre ve sanayi atıklarını saymak olanaklıdır (Klass, 1998). Biyokütle, tükenmez bir kaynak olması her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir. Petrol, kömür, doğal gaz gibi tükenmekte olan enerji kaynaklarının

kısıtlı olması, ayrıca bunların çevre kirliliği oluşturması nedeniyle, biyokütle kullanımı enerji sorununu çözmek için giderek önem kazanmaktadır (Habitat kalkınma, 2014)

Fotosentez yoluyla enerji kaynağı olan organik maddeler sentezlenirken tüm canlıların solunumu için gerekli olan oksijen de atmosfere verilir. Fotosentez ile enerji içeriğı yaklaşık olarak 3×10^{21} J/yıl olan organik madde oluşmaktadır. Bu değeri dünya enerji tüketiminin 10 katı enerjiye karşılık gelmektedir. Fotosentez sonucu oluşan biyokütlenin enerjisi 100.000 büyük nükleer güç santralinin verdiği güce (9×10^7 MW) eşit olabilmektedir (Karaosmanoğlu, 2006). Biyokütleden; fiziksel süreçler (boyut küçültme-kırma ve öğütme, kurutma, filtrasyon, ekstraksiyon ve birikitleme) ve dönüşüm süreçleri (biyokimyasal ve termokimyasal süreçler) ile yakıt elde edilmektedir (Türe, 2001). Şekil 1.2 de biyokütle dönüşüm süreçleri ve biyoyakıt teknolojisi şematik olarak verilmektedir.



Şekil 1.2. Biyokütle dönüşüm süreçleri ve biyoyakıt teknolojisi (Karaosmanoğlu, 2006).

Biyorafineri kavramı, biyokütlenin kimyasal, fiziksel veya termal işlemlerden geçerek, ayrıştırılması ve katma değeri yüksek ürünler elde edilmesi şeklindedir. Yüksek değerlikli kimyasalar, yakıtlar, ısı ve güç gibi enerji taşıyıcılarının ortaya çıkması açısından mevcut kimyasal ve enerji sektörleri ile rekabet değeri yüksek bir pazar ortaya çıkmıştır. Biyorafineri gelişmekte olan teknolojik bir alandır. Toplumların refah seviyesini yükseltmesi sebebi ile ileriki yıllarda petrol türevi ürünler yerine kullanılabilecek biyo esaslı ürünler ortaya çıkarması açısından zaman içerisinde daha da ön plana çıkacak olan bir teknolojik alan olarak görülmektedir.

Biyoyakıtlar, biyokütle ile üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Biyoethanol ve biyodizel, fosil yakıt ithalatına bağımlılığı azaltma potansiyeli olan alternatif yakıtlardır. Biyoyakıtlar enerji stratejileri yönünden sürdürülebilir olmaları, sera gazı emisyonları, sera gazı emisyonları, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve yeni enerji kaynakları ortaya koyma anlamında oldukça önemli bir yerdedir (Demirtaş, 2009; Schobert, 2002).

Biyo tabanlı ürünlerden biyoyakıt üretiminin yeni gelir kaynakları ve istihdam oluşturmaları, kırsal alanlarda yeni fırsatların ortaya çıkması ve alternatif bir sanayiye yönelmesi 21. Yüzyılda ortaya çıkan biyorafineri teknolojileri beklentileridir (Bay, 2005)

Biyorafineri, biyoyakıtlar ve değeri yüksek yan ürünleri ile gelecek için kavramsal bir modeldir. Üretim ve ekonomik avantajları biyorafinerinin entegrasyon seviyesini yükseltmektedir. Yakıt ve kimyasal üretimi için petrol yerine biyokütle kullanmak farklı bir seçenektir. Bu durum biyorafineri komplekslerinin geliştirilmesini sağlamaktadır (Soare ve Kersh, 2014).

1.3 Biyoekonomi

Biyo tabanlı kimyasal üretimi zaman içerisinde hızla büyüyen ve gitgide daha çok önem kazanan bir sektör halini almıştır. Biyo tabanlı kimyasal üreten şirketlerin sayısı 2013 itibari ile 247'ye ulaşmıştır. Ayrıca 2020 yılında biyo tabanlı polimer üretiminin 12 milyon tona ulaşması tahmin edilmektedir (Dammer ve ark., 2013). Biyoekonomi; biyolojik sistemlere dayalı olarak yapılan ekonomik faaliyetlerin bütünüyle ilgilinen bilimdir. Bu bağlamda biyoekonominin konusu çok çeşitlidir. Biyoekonomi örneğin, çevreye zarar vermeyen çevreci (güneş, rüzgar, su, vd.) enerji kullanımından ve akıllı bina sistemleri, akıllı sağlık ve hizmet teknolojilerine kadar bir çok alanla ilgilidir. Bu açıdan biyoekonomi; çevre, tarım, hayvancılık, sağlık, enerji, sanayi, hizmet ve teknoloji konularıyla ilgilenmektedir (Tekin, 2013).

Biyoekonomi uygulamaları ile birlikte tarımdaki; biyoenerji, biyoyakıt, biyogübre ve benzeri çevreci uygulamaları ile kaynakların etkin verimli kullanılması sağlanabilmektedir. Biyoekonomi, ekolojik tarım, ekolojik turizm, ekolojik kalkınma ve gelişmeye dayalı bir sistemle birlikte toplumsal refahı ve

ekonomik gelişmeyi de sağlar. Biyo ekonominin temeli yenilenebilir kaynaklara dayalı bir ekosistemin kurularak işlerliğinin sağlanmasıdır. (Tekin, 2013).

İşletmelerden çıkan her türlü katı veya organik atıklar biyogaz, yakma ve gazlaştırma teknolojileri ile enerjiye dönüşebilir. Yerli hammadde sürekli bulunmaktadır. Yerli teknoloji kullanma oranı yüksektir, teknik istihdam açısından en uygun sektördür. Kayıtlı ekonomiyi en çok canlandırarak yüksek vergi ve sosyal güvenlik primi toplanacak sektörler arasındadır. Biyokütle hammaddeleri olarak orman ürünleri, yağlı tohumlar, karbonhidratlar, elyaf bitkileri, bitkisel artıklar ve atıklar, hayvansal atıklar, kentsel ve endüstriyel atıkların kullanıldığı düşünülürse potansiyelin büyüklüğü görülebilecektir. Doğada her yıl 150 milyar ton biyokütle üretilmekte, bunun ancak %10'u ticari olarak kullanılmaktadır (Çevreonline, 2014)

ABD, biyoteknoloji sektörünün lideri olarak görülmekle birlikte son yıllarda İrlanda, İsrail, Singapur, Güney Kore, Çin, Hindistan gibi ülkelerde sektör hızla büyümektedir. 2000 yılından itibaren gelişmiş ülkelerin biyoteknoloji pazarları yıllık yüzde 17 büyürken, Asya'daki gelişmekte olan ülkelerde bu büyüme yüzde 36 olmuştur (TUGIAD, 2004). Bu ülkelerde, biyoteknolojinin stratejik sektör olarak belirlenip biyoteknoloji spesifik programlar ve girişim sermayesi fonları gibi finansal sistemler tasarlandığı görülmektedir. Aynı zamanda biyoteknolojinin hızla geliştiği ülkelerde nitelikli işgücü yetiştirilmesine yönelik özel eğitim programlarının yoğunlaştırıldığı, yasal düzenlemelerin kolaylaştırıcı şekilde yapılandırıldığı dikkat çekmektedir.

ABD'de artık kalp stendleri petro kimya ürünlerinden değil biyodizel yan ürünü gliserinden yapılmaktadır. Almanya kanola bitkisi üzerinden yeni bir çeşit geliştirerek elde edilen yağ oranını % 48'e çıkarmıştır. Ayrıca ülke genelinde 1 Ocak 2007'den itibaren Biyodizel ve biyoetanolün % 5 kullanımını zorunlu kılmıştır. Biyodizelde dünya birincisi olan Almanya kanola üretimini biyodizelin lokomotifliğinde 6 yılda 7 milyon tona ulaştı. Şimdi de biyogazda önemli hamleler gerçekleştirmektedir. Bugün biyogazdan elektrik üretiminin %1'ini karşılayan Almanya'nın 2020'deki hedefi % 17 şeklindedir. Bu hedefi yakalamak için 2020'ye kadar 7,6 Milyar Euro yatırım yapmayı, 85.000 kişiye istihdam sağlamayı ve bu hedefi 2020 yılında gerçekleştirdiğinde ise 103 milyon ton/yıl karbondioksit azaltmayı öngörmektedir (OECD, 2009).

Bu çalışmada teknolojik öngörü yaklaşımlarından ekstrapolasyon yöntemi kullanılarak, bazı biyorafineri ürünlerinin geleceği hakkında bir öngörü çalışması yapılmıştır. Yapılan çalışmada biyorafineri ürünü olan kimyasal maddelerin pazar paylarının geleceğine bakılmış ve tahminlemeler yapılmıştır. Bu tahminlemeler sonucunda biyo kökenli kimyasallar gelecekleri için stratejik önem taşıyacak verilere ulaşılacak hedeflenmiş ve dönüm noktalarının kestirimleri üzerine yoğunlaşmıştır.

2.ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1 Biyokütle Kavramı ve Tarihsel Gelişimi

Biyokütle terimi, bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yasayan organizmaların belirli bir zamanda sahip oldukları toplam kütle miktarı olarak tanımlanabilir. Orman alanlarında yer alan ağaç ve ağaççıkların kök, gövde ve dal odunu ile birlikte odunsu olmayan kabuk ve yapraklarından oluşan bütüne orman biyokütlesi adı verilmektedir. Böylece biyokütle, ormanın ölçülen zamandaki kapasitesini ifade etmektedir (Alemdağ, 1980).

Avrupa Birliği'nin 2009/28/EC sayılı Direktifinde biyokütle yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olarak değerlendirilmekte olup; "tarım, ormancılık ve ilgili endüstrilere (balıkçılık, su ürünleri gibi) ait biyolojik kökenli ve biyoçözünür olan ürün, atık ve artıklar ile sanayi ve belediye atıklarının biyoçözünür parçaları" olarak tanımlanmaktadır. Dünya üzerinde yer alan biyokütlenin yaklaşık %90'ının ormanlardaki gövdeler, dallar, yapraklar ve döküntü maddeleri ile yaşayan hayvanlar ve mikroorganizmalardan oluştuğu ve dünya ormanlarının yıllık net biyolojik üretiminin yaklaşık 50×10^9 ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu üretim miktarı; ziraat alanları, çayırliklar, otlaklar, stepler, tundralar ve geri kalan vejetasyon formlarında fotosentez ile oluşan bütün birincil biyokütle miktarlarından daha fazladır (Saraçoğlu, 2006). Biyokütleden enerji yanında, mobilya, kağıt, yalıtım maddesi yapımı gibi daha bir çok alanda yararlanılmaktadır.

Enerji olarak kullanılmasında ise, katı, sıvı ve gaz yakıtlar elde etmek için çeşitli teknolojiler kullanılmaktadır. Biyoetanol, biyogaz, biyodizel gibi yakıtların yanı sıra, yine biyokütleden elde edilen, gübre, hidrojen, metan ve odun briketi

gibi daha birçok yakıt türü saymak olanaklıdır. Bu yakıtların elde edilmesinde termokimyasal ve biyokimyasal olarak sınıflanabilen yeni teknikler geliştirilmiş ve yıllar içinde verimlilikleri artırılmıştır. Önümüzdeki yıllarda bu teknolojilerde yeni gelişmelerin yanında, yalnız biyokütle kaynağıyla çalışan büyük termik santrallerin yapımı planlanmaktadır. İsveç ve Finlandiya gibi ülkelerde bölgesel biyokütle santralleri ile elektrik üretimi yapılmakta olup yeni santrallerin yapımı sürmektedir (Karayılmazlar vd., 2011). Dünya toplam birincil enerji arzının yaklaşık %10'unu oluşturan biyokütle, ısıtma ve ulaşımdaki kullanımının yanı sıra, elektrik üretimi amacıyla da kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde biyokütle enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgardan sonra ikinci sırada gelmekte, güneş enerjisine dayalı üretim ise üçüncü sırada gelmektedir.

Önümüzdeki yıllarda geleneksel biyokütlenin modern tesislerde biyoenerjiye dönüşümü ile elde edilecek biyoyakıt ürünlerinin yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. Son yıllardaki yenilenebilir enerji, özellikle biyokütle enerjisi yatırımlarının ve kullanım oranlarının yükselmesi, enerji verimlilik uygulamaları içerisinde ve enerji kaynağının değiştirilmek istenmesi kapsamındadır. Bu amaçla dünyada çeşitli atılımlar söz konusudur (Baka, 2012).

Biyokütle ya doğrudan yakılmaktadır ya da çeşitli süreçlerde (havasız çürütme, piroliz, fermentasyon, gazlaştırma, hidroliz, biyofotoliz, esterleşme reaksiyonu) biyokütlenin yakıt kalitesi artırılıp alternatif biyoyakıtlar (biyogaz, çöpgazı, biyodizel, bioetanol, sentetik yağ) üretilmektedir (Şen, 2006). Halen elde edilmekte olan biyokütle enerjisinin; % 64' ü odun ve odun atıklarından, orman bakım ve üretim çalışmalarında ortaya çıkan ince çaplı materyaller, orman endüstrisinde oluşan talaş ve yongalar, kullanılmayan (hurda) odunlar , % 24'ü belediye katı atıklarından, % 5'i tarımsal atıklardan, tarımsal bitki ve artıkları, sert meyve kabukları (zeytin çekirdeği ve posası, fındık v.b. kabukları gibi) % 5'i ise deponi gazlardan üretilmektedir.

BP' nin yapmış olduğu küresel enerji tüketimi verilerine göre 2013 yılında dünyada tüketilen enerji miktarının %33 petrol, %30 kömür, %24 doğal gaz, %4 nükleer, %7 hidroenerji ve %2 oranında da güneş, rüzgar, jeotermal, biyokütle gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından oluştuğu görülmektedir (Euanmearns,2015).

Yenilenebilir enerji kaynakları dünya nihai enerji tüketiminin %18'ini oluşturmaktadır. Önümüzdeki yıllarda geleneksel biyokütlenin modern tesislerde biyoenerjiye dönüşümü ile elde edilecek biyoyakıt ürünlerinin yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahip olacağı öngörülmektedir. WWF tarafından yayınlanan “Enerji Raporu: 2050’de %100 Yenilenebilir Enerji”, 2050 yılına kadar küresel enerji arzının tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanabileceğini ortaya koymaktadır. Teknik, yasal, toplumsal ve ekonomik anlamda gerçekleştirilecek küresel dönüşümlerle önümüzdeki 40 yıl içerisinde artan enerji gereksiniminin tamamının yenilenebilir enerjiden karşılanması mümkündür. Bunun için yalnız hükümetlerin değil, özel sektörün ve hatta bireylerin üstlenmesi gereken çok önemli roller bulunmaktadır (WWF, 2011).

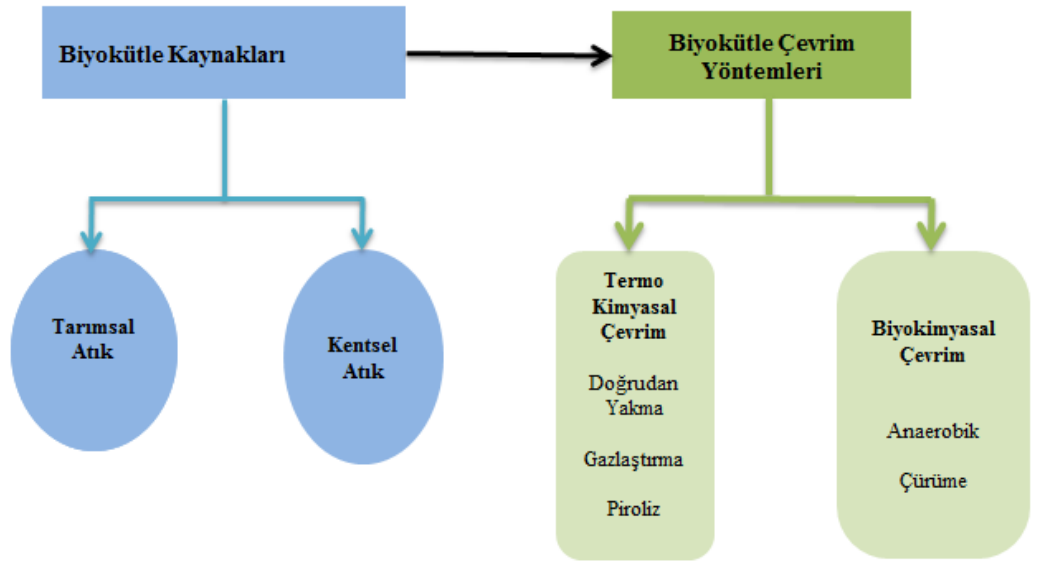
Modern biyokütle teknikleri kapsamında, enerji ormancılığı ve enerji bitkileri tarımından yararlanılması gerekmektedir. Modern biyokütle için enerji bitkileri tarımı, enerji planlaması ve tarımsal üretim planlaması kapsamında birlikte ele alınması gerekmektedir (Ültanır, 1998). Yüzyıllardır geleneksel ve ağırlıklı olarak evsel ısıtmada kullanılan biyokütle, gelişen enerji teknolojileri sayesinde ulaşımda ve elektrik üretiminde kullanılmaya başlanmış ve biyokütle yatırımlarına verilen kamu teşvikleri ile de hızlı bir gelişim dönemine girmiştir. Halen ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerde olmak üzere biyokütle kaynaklı birincil enerji arzının %70’den fazlası evsel ısıtma amacıyla kullanılmakta olsa da, modern biyokütle olarak adlandırılan ulaşım ve elektrik üretimi amaçlı kullanılan biyokütlenin payının önümüzdeki dönemde artacağı öngörülmektedir.

2.2 Biyorafineri Kavramı

Biyorafineri, biyokütleden yakıt, güç, ısı ve biyokimyasal üretmek için oluşan biyokütle dönüşüm süreçleri ve ekipmanları içeren bir sistemdir. Dünyanın çoğalan nüfusu ve sanayileşmesi ile giderek artan enerji gereksinimini çevreyi kirletmeden ve sürdürülebilir olarak sağlayabilecek kaynaklardan belki de en önemlisi biyokütle enerjisidir. Bitki yetiştirilmesi, güneş var olduğu süre süreceği için, biyokütle tükenmez bir enerji kaynağıdır. Her yerde yetiştirilebilmesi, özellikle kırsal alanlar için sosyo-ekonomik gelişmelere yardımcı olması nedeniyle uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak görülmektedir (TÜGIAD, 2004).

2.2.1 Biyorafineri teknolojileri

Biyokütle kaynaklarından elektrik, ısı ve yakıt üretimi birçok farklı teknoloji kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Enerji üretimi için seçilmiş olan kaynaklar termokimyasal veya biyokimyasal çevrim yöntemleri ile istenilen teknolojiye uygun bir enerji formuna çevrilmektedir (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Biyokütle kaynaklarından enerji üretiminde ana süreçler (Deloitte, 2014)

Biyokütle çevrim sürecinden sonra elde edilen yakıtlar katı, sıvı ve gaz olmak üzere üçe ayrılmaktadır ve yatırımcılara ek gelir elde edebilme fırsatı sağlamaktadır.

2.3 Trend Ekstrapolasyon

Ekstrapolasyon yönteminin tanımlayıcı özelliği; herhangi bir değişkenin gelecekteki değerinin; yalnızca tarihi (geçmişteki) değerleriyle belirlenmesidir. Bu yöntem; kısa dönemli kestirimler ve az ya da hiç göç almayan yerleşmeler için doğru tahminler üretebilir. Bu modelin avantajı maliyetinin düşük olması ve az sayıda veri gerektirmesidir (Alcantara, 2002).

Bu yöntem toplumsal, ekonomik ve teknolojik durumların o an ki halinin sabit kalacağını kabul ederek uygulanır. Genellikle matematiksel ve istatistiksel verilere dayandırılarak oluşturulan matematiksel bir metottur. Belirli yılları kapsayan bir döneme ait bilinen değerler serisinden yararlanarak, dönem dışında bir yıla ait, bilinmeyen değer hesaplanma yöntemidir.

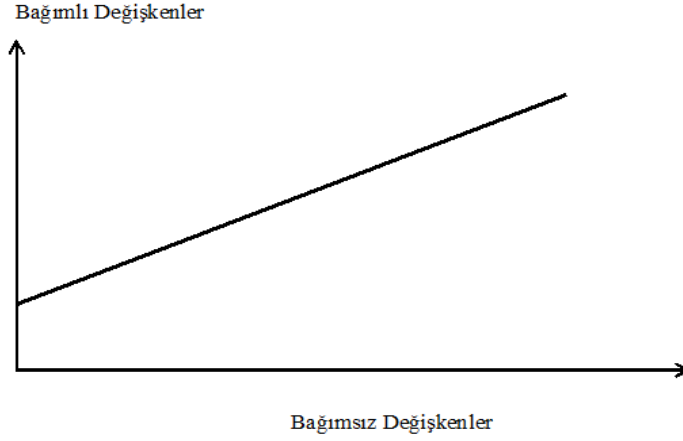
Ekstrapolasyon yöntemiyle tahminlemede tahmincinin bir zaman serisinin geçmiş verilerine ve tahmin için gerekli tüm bilgilerine ihtiyacı vardır. Uygun bir modele yerleştirilen tarihi datalar modelin gelecek veriler ile ilgili tahminini yansıtmalarını sağlar.

Bağımlı Değişken: Değeri başka değişkenler tarafından etkilenen ve diğer değişkenlerin değeri değiştiğinde bu değişimden etkilenen değişkene bağımlı değişken adı verilir. İncelenen bir olayda etkilenen sonuç değişkeni bağımlı değişkendir. Bağımlı değişken genellikle Y harfi ile gösterilir.

Bağımsız Değişken: Değeri rast gele koşullara göre belirlenen, bağımsız olarak değişim gösteren ve başka değişkenlerin değişimi üzerine etkide bulunan değişkenlere bağımsız değişken adı verilir. Bağımsız değişken genellikle X harfi ile gösterilir.

2.3.1 Lineer trend ekstrapolasyon

Bu yöntem, sabit bir oranda mutlaka zaman içerisindeki değişiklikleri incelemek için kullanılabilir. Eğrinin dağınık noktaları yaklaşık lineer ise ilk nesnenin doğrusal ekstrapolasyon apsis dinamik bir dizi toplama ve harita çizimi veri noktaları olduğu gibi oturma zaman içinde, doğrusal bir kanuna göre çıkarım olabilir (Sewewe, 2014). Genellikle, bağımsız değişkenin belirli sınırlar içinde veri toplamak mümkündür. Bağımsız değişken (değişik miktar) ile bağımlı değişken (ölçülen miktar) doğrusal bir bağımlılık var ise, o zaman ölçülen aralığın dışında, bağımlı değişken değerlerini bulmak için bir doğrusal ekstrapolasyon yapmak mümkündür.



Şekil 2.3 Lineer ekstrapolasyon grafiği

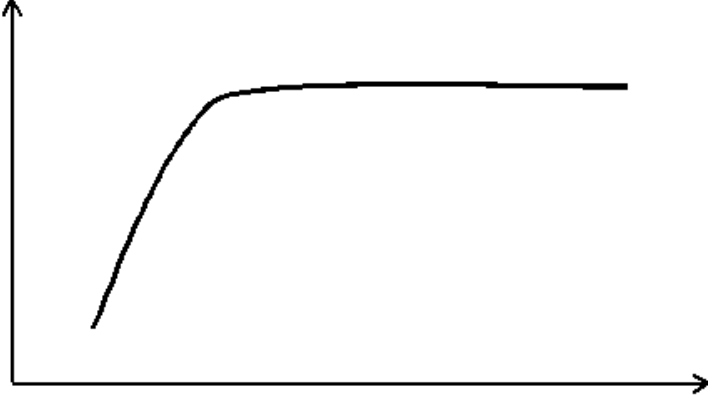
Şekil 2.3’te verilen Lineer ekstrapolasyonun formülasyonu şu şekildedir;

$$Y = a + bx \quad (1)$$

Formülde Y kesişimi, b ise eğimi simgelemektedir. Lineer denklemler düzgün artışı veya azalışı göstermektedir. Doğrusal eğilim ekstrapolasyon basit ekstrapolasyondur.

2.3.2 Ekponansiyel trend ekstrapolasyon

Eksponansiyel trendlerde veri değerleri yükselip, düşerlerken belirli bir oran yoktur. Yatay çizilen x eksenini üzerindeki x değeri, trend çizgisi üzerindeki formülden elde edilen y’ nin bir katsayısıdır. Bir başka ifade ile eksponansiyel üstel anlamındadır. Eksponansiyel artış dendiğinde, değişimin bir üstel fonksiyona bağlı olduğu anlaşılır. Eksponansiyel fonksiyonlar, e nin bir kuvveti şeklinde gösterilir (Çeliktaş ve Koçar, 2011).

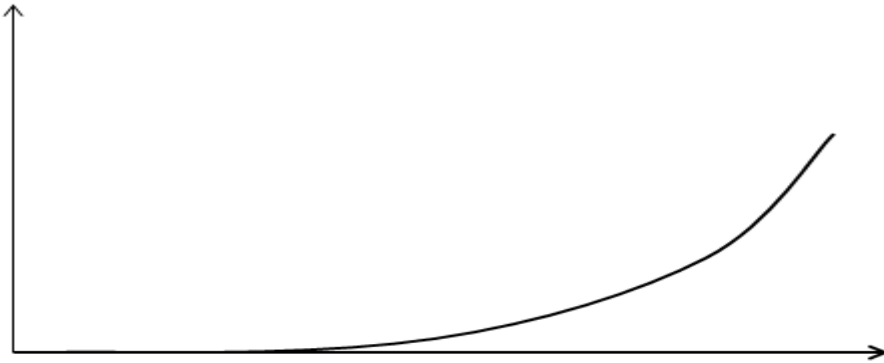


Şekil 2.4 Ekspansiyel trend ekstrapolasyon grafiği

$$y = c + ab^x \quad (2)$$

Formülde c asimtotik (bir eğrinin bir doğruya sonsuzda teğet olması davranışı) bir değerdir. a değeri Y ile c nin kesişiminin eksi hali, b ise ardışık büyüme oranıdır ve sabit bir değerdir.

2.3.3 Parabolik trend ekstrapolasyon



Şekil 2.5. Parabolik trend ekstrapolasyon grafiği

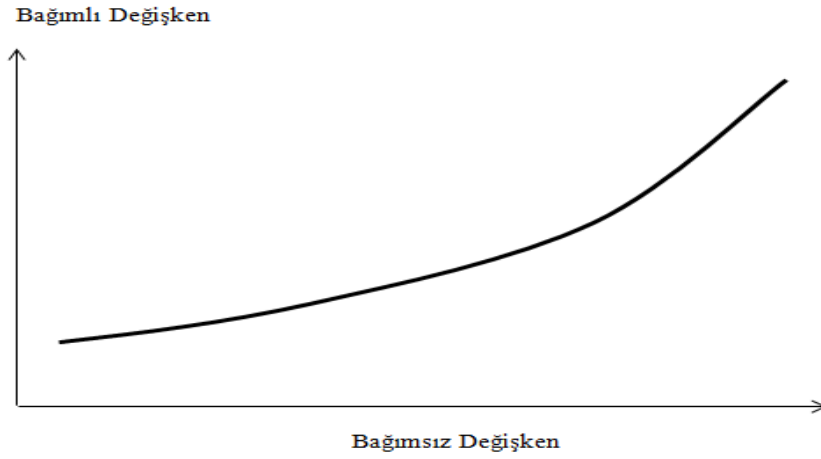
Parabolik trend ekstrapolasyonun formülü ;

$$y = a + bx + cx^2 \quad (3)$$

şeklindedir

Formülde a, y değerinin kesişim noktasını, b eğimi temsil eder. Parabolik tren ekstrapolasyonda eğim sürekli değişen bir değerdir ve eğer b değeri 1 den büyük olursa bu durum büyümenin hızlandığı anlamına gelmektedir.

2.3.4 Geometrik trend ekstrapolasyon



Şekil 2.6 Geometrik trend ekstrapolasyon grafiği

Geometrik fonksiyonun formülü;

$$Y = ab^x \quad (4)$$

şeklindedir.

Formüldeki b değeri büyüme hızı artı bir, a değeri fonksiyonun kapsadığı kapalı alanın değeridir.

2.4 Trend ekstrapolasyonu kavramının tarihsel gelişimi

Trend ekstrapolasyon yöntemi 19. Yüzyıl sonları ve 20. Yüzyıl başlarında ortaya çıkmış olan bir kavramdır. Metodun yaygın kullanımı ise 20. Yüzyılın

ortalarını bulmaktadır. Trend ekstrapolasyon yöntemi kullanılmadan önce çeşitli matematiksel formüller kullanılmaktaydı. Trend ekstrapolasyonunu temel alan gelecek öngörüsü yansıtımları Benjamin Franklin, Thomas Jefforson ve Abraham Lincoln gibi önemli ve seçkin demokratlar tarafından yapılmıştır. Trend ekstrapolason yönteminin karakteristiğinin tanımlanması, gelecek verilerin çeşitliliği ile tahmini, geçmiş verilere bağlıdır. Öncelikle nüfus popülasyonu için yoğunlukla kullanılan bu yöntem daha sonra farklı alanlarda da kullanılmaya başlanmıştır.

Mahmoud (1984), Schaars (1986), Makidakis, Wheeright ve Hyndman (1998) yöntemin birçok farklı alanda da kullanılabileceğini göstermiştir.

Ekstrapolasyon yöntemindeki geçmişten geleceğin anlaşılabilmesi kavramı geçmiş verilerde bir akışın var olduğunun gözlemlenmesi ve bu akışın gelecekte de devam edeceği varsayılmıştır. Ektrapolasyon yöntemleri 4 araç ile incelenmiştir. Bu araçlar istatistiksel eğri uyumu (S eğrileri), limit analizi, trend korelasyonu ve çoklu trend korelasyonu şeklindedir (Wiley, 2014).

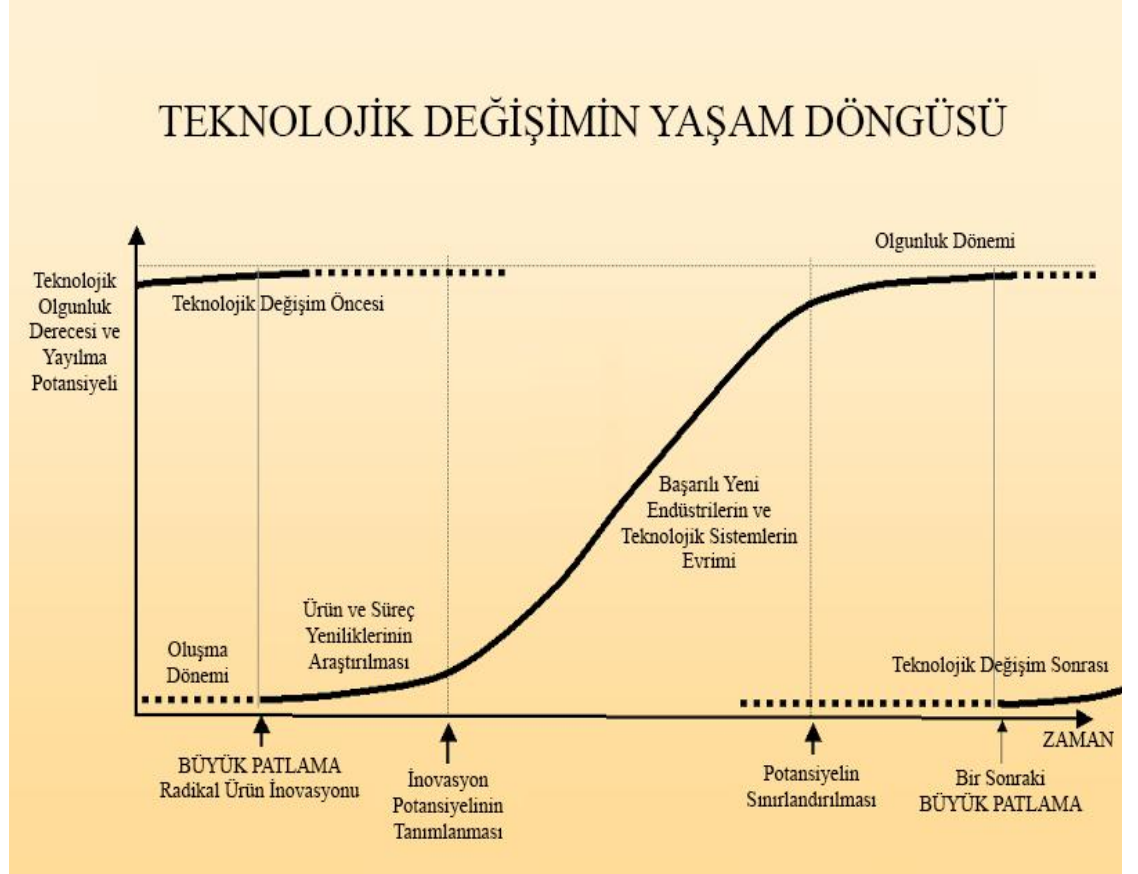
2.5 S eğrileri

Lojistik bir populasyon gelişim fonksiyonu olan S eğrileri ilk olarak Belçikalı matematikçi Pierre-Francois Verhulst tarafından 1838 yılında ortaya konmuştur (Weisstein, 2003). Lojistik eşitlik kendinden limitli popülasyon gelişimi olarak tanıtılmıştır. Bu eşitlik bazen Verhulst-Purl eşitliği olarak da adlandırılmıştır. Bunun sebebi eşitliği 1920 yılında yenileyen Amerikan zoolist ve biometrinin kurucularından olan Reymond Pearl' dür (Modis, 1992).

20. yüzyılın başlarında Amerikada ki John Hopkins Üniversitesinden Alfred James Lotka ve Roma Üniversitesinden Vito Volterna bağımsız ancak birbirlerine paralel olan çalışmalarında Verhulst gelişim eğrilerini farklı alanlarda çalışılmak üzere bir model olarak kullanmak için çalışmalar yapmıştır (Modis, 1992).

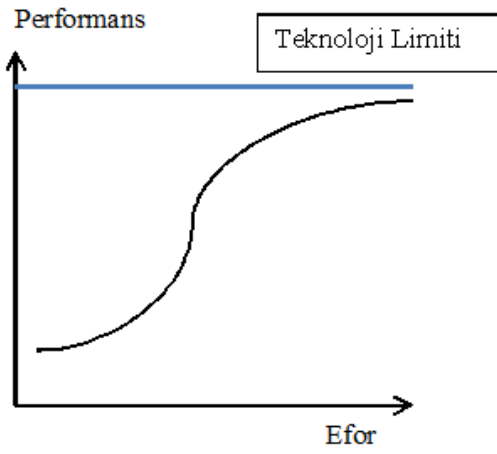
S şekilli eğriler 1960'ların başında teknolojik öngörü için kullanılmaya başlandı (Ayres, 1994). Bu eğriler kullanılarak ilgili yıldırım sistemleri, parçacık hızlandırıcılar, uçaklar, miroelektronik ulaşım sistemleri ve enerji dönüşümleri

gibi farklı alanlarda da çok sayıda yayın çalışması yapılmıştır. 1962 yılında Everett M. Rodgers tarafından formüle edilen inovasyonun yenilik teorisi S eğrilerinin toplumda yayılımını göstermiştir. 1971' yılında ise Fisher ve Pry yeni bir ürün veya süreç ikamesini eski bilgilere dayanarak basit bir matematik lojistik formülü yoluyla S eğrilerini kullanarak göstermişlerdir.

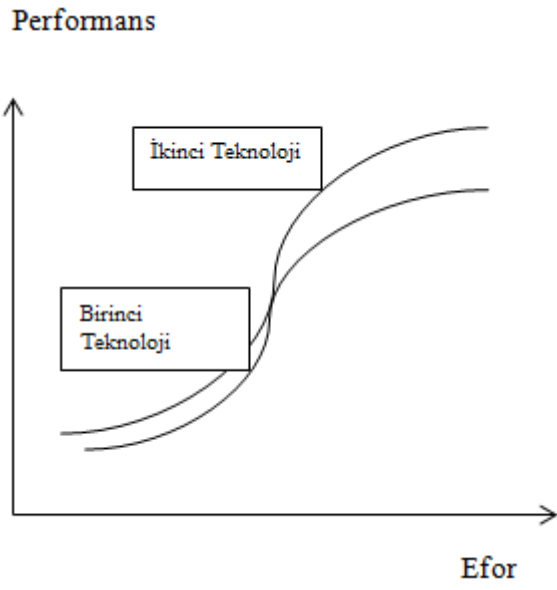


Şekil 2.7 S eğrilerinin teknolojik yaşam döngüsü

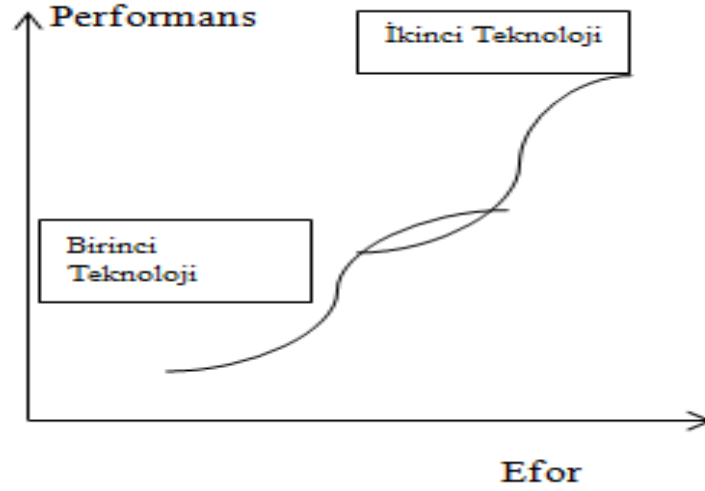
Birçok teknolojinin performansı S eğrileri sayesinde iyileşmiştir (Ayres, 1994). S eğrileri ile ilgili çalışmalarda disk sürücüler, arabalar, yarı iletken malzemeler, vakum tüpleri, gemicilik gibi alanlarda ve daha birçok alanda yaygın bir uygulama alanına ve geniş bir doküman kaynağına sahiptir (Foster, 1986; Ayres, 1994).



Şekil 2.8 Teknoloji-Performans S eğrisi grafiği



Şekil 2.9 Yeni teknolojinin eski teknolojiyi kesme eğrisi



Şekil 2.10 Yeni teknolojinin eski teknolojiyi geçme eğrisi

S eğrileri genellikle performansın (hız, kapasite, güç, vb.) zamana karşı davranışını inceleyen bir yaklaşımdır. Teknolojilere her zaman sınırlarına ulaşacak kadar zaman tanınmamıştır (eskimiş ya da modası geçmiş bir hal alabilirler). Bir teknolojinin sürekliliğini kaybetmesi marketteki doyum sınırına ulaştığını gösterir ancak bu durumda büyük bir veri birikimi oluşmasını sağlar (Anderson ve Tushman, 1990; Christensen, 1999; Foster, 1986).

2.2.2.1. Pearl Reed Modeli

En önemli özelliği gözlemlenen nüfus değerlerinin doğrudan kullanılması yerine terslerinin kullanılmasıdır. Lojistik formda da nüfusun bir üst limiti olduğu (L) ve bu limitin aşılamayacağı varsayılır (Çubukçu, 2008). Pearl Reed eğrisi simetrik bir gelişim eğrisini temsil etmektedir. Genellikle lojistik eğrisi olarak bilinmektedir ve matematiksel olarak Fisher Pry eğrisi ile aynı gösterime sahiptir. Temelinde olgunluk dönemine gelen teknolojinin, limitlerine ulaşma isteğinde olduğu kabulü yatmaktadır. Bu yöntem, olgunlaşmış teknolojileri incelerken olabilecek araştırma hedefleri belirlemede ve ek geliştirme harcamalarının gerekliliğine karar vermede kullanılmaktadır (Çeliktaş ve Koçar, 2011).

Pearl eğrisi için formül:

$$y = \frac{L}{1+a*e^{-bt}} \quad (5)$$

y teknolojinin istenen yıldaki performans değerini yansıtır. L; teknolojinin gelebileceği üst (alt) sınırı belirtir. a ve b ise katsayılarıdır. t zamanı (yıl), e ise doğal logaritmayı belirtir.

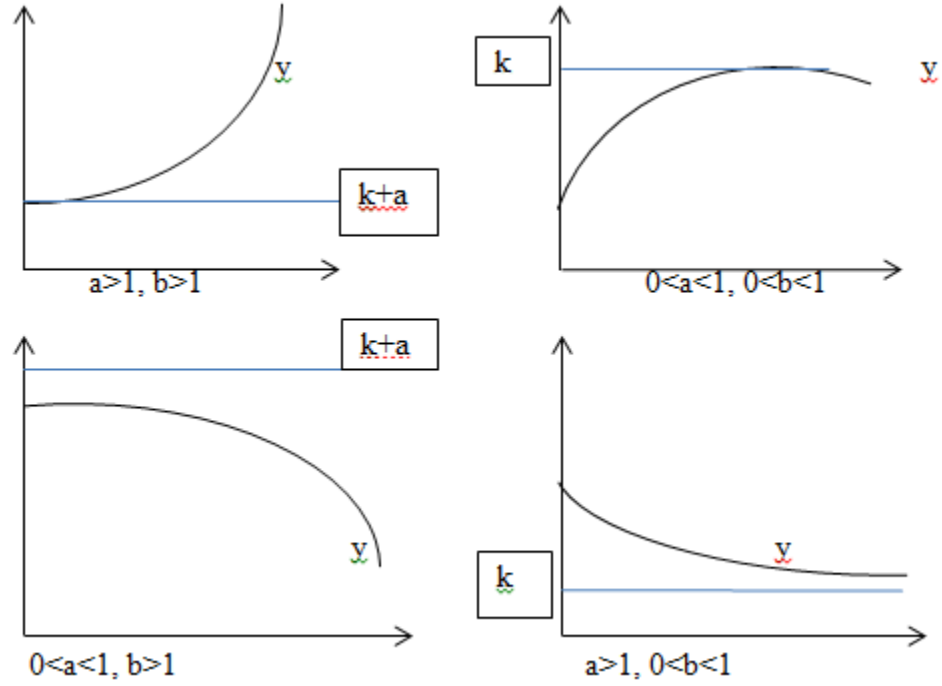
2.2.2.2. Gompertz Modeli

Gompertz fonksiyonu genellikle ekonomi, popülasyon, ekoloji, ilaç sanayi, psikoloji, genetik, kimyasal olmak üzere bir çok farklı alanda da kullanılır. Amerikalı istatistikçi Benjamin Gompertz' in tanımladığı formül;

$$y = ka^{b^t} \quad (6)$$

şeklindedir.

Bu formülde de y teknolojinin istenen yıldaki performansını, k teknolojinin gelebileceği üst (alt) sınırı, t zamanı ve a büyüme oranını b belirli bir zamanda ki maksimum büyüme oranını belirtir. Şekil 5' te görüldüğü gibi Gompertz modeli a ve b nin farklı değerleri için 4 farklı grafik sunarmaktadır.



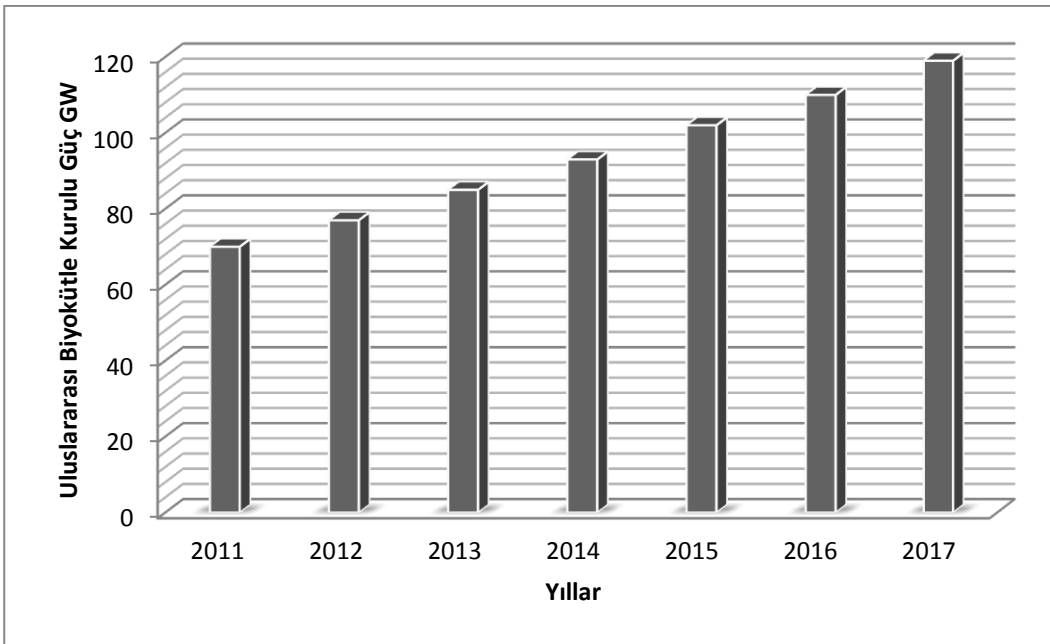
2.11 Gompertz modelinin farklı durumlarda grafikleri

1825 yılında Benjamin Gompertz tarafından ortaya çıkarılan bu fonksiyon ve eğriler esasında ilk olarak ölüm oranlarının hesaplanmasında kullanılmıştır. Daha sonra farklı alanlarda kullanılan bu modelle ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Kidwell (1969) ve Efe (1990), Gompertz fonksiyonu ve onun özellikleri ile ilgili çalışmışlardır. Kendall (1985), Gompertz eşitliğinden yola çıkarak, bir tümör popülasyonunun Gompertzian büyümesini incelemiş ve bir tümör popülasyon modelini geliştirmiştir. Michelson vd. (1987) ise, bu modelle insanlarda lenf bezi kanserine ait bir urun büyümesini incelemişlerdir. Canlıların büyümesini doğrusal olmayan modellerin bir fonksiyonunun kullanılarak açıklanması birçok farklı özellikler nedeni ile başarılı olduğu belirtilmiştir (Sandland ve Mcgilhris, 1979; Schnute, 1981).

Yuancai vd. (1997), Bertalanffy-Richards ve Schnute modellerinin analitik dönüşüm ve mukayese yoluyla, farklı fonksiyon şekillerine ve parametrelerine sahip olmalarına rağmen eşdeğer olduklarını göstermişlerdir.

2.6 Biyorafineri Sistemleri ve Teknolojik Öngörü

2010-2020 dönemi için yıllık bileşik büyüme oranı %8 olarak tahmin edilen biyoenerji sektöründe kırılımın %14 biyogaz, %86 diğer biyokütle olarak gelişmesi ve toplamda elektrik üretiminde biyokütleyle dayalı 145 GW'ın üzerinde bir kurulu gücün devreye girmiş olması beklenmektedir. World Energy Outlook'a göre, 2035 itibariyle ulaşımda kullanılan yakıtların %8'inin biyokütleyle dayalı olacağı öngörülmektedir. 2012 yılında biyokütle kaynaklarına dayalı elektrik üretim tesislerinin kurulu gücü 2011 yılına kıyasla %10 büyüyerek 77 GW'a ulaşmıştır. Ülkeler bazında analiz edildiğinde en fazla kurulu güce sahip beş ülkenin Amerika Birleşik Devletleri (12 GW), Çin (10 GW), Almanya (6.9 GW), Brezilya (6.3 GW) ve Avusturya (4.3 GW) olduğu gözlemlenmiştir. 2012-2017 yılları arasında global biyokütle kurulu gücünün %9 yıllık bileşik büyüme oranı ile 119 GW'a ulaşması beklenmektedir. 2020'ye kadar 30 GW biyokütle kurulu gücüne sahip olmayı hedefleyen ve yenilenebilir enerji sektöründe sabit alım garantisi, vergi muafiyeti ve sübvansiyonlar ile yatırımı destekleyen Çin'in 2017 yılında biyokütle bazlı elektrik üretim tesisleriyle lider ülke olması öngörülmektedir. Şekil 3.1 de uluslararası enerji ajansının hazırladığı 2012-2017 yılları arasında ki biyokütle kurulu güç gelişimi görülmektedir.



2.12. Global biyokütle kurulu güç gelişimi

Uluslararası enerji ajansının yayınladığı rapora göre dünyada 2012 yılı için biyokütle kaynaklarına dayalı elektrik üretimine bakıldığında 2011 yılına kıyasla %14 büyümeye göstererek 352 TWh'a ulaşmıştır.

Biyokütle kaynaklarından elektrik üretiminde Amerika Birleşik Devletleri 67 TWh ile listenin başında gelmektedir. ABD'yi Çin (46 TWh), Almanya (35 TWh), Brezilya (28 TWh) ve kurulu güç listesinde yer almayan fakat biyokütle üretiminde ilk beşe giren Japonya (22 TWh) takip etmektedir. Ayrıca raporda 2011-2017 yılları arasında biyokütle kaynaklı elektrik üretiminin yıllık bileşik büyümeye oranları incelendiğinde %22 ile Çin, %9,6 ile Japonya'nın %8,9 ile Brezilya'nın en yüksek potansiyele sahip olduğu gözlenmiştir.

3. YÖNTEM

3.1 Bibliyometrik Çalışma

Bibliyometri, matematiksel ve istatistiksel yöntemlerin kitaplara ve diğer bilimsel iletişim ortamlarına uygulanması olarak tanımlanmaktadır. Bibliyometrik araştırmalarla, yapılan yayınların, yazar, konu, atıf ve benzeri özellikleri incelenerek bilimsel iletişime ilişkin birçok bulgu elde edilmektedir (Pritchard 1969). Bibliyometri çalışmaları Lotka yasası (1926) ile birlikte bilimsel üretimin araştırılmasında kullanılmaya başlanmıştır (Kuperman, 2006). Bibliyometrik araştırmaların sonuçları bilim politikalarının oluşturulmasında, bilimsel üretim yapan üniversite ve araştırma kurumlarının değerlendirilmesinde ve araştırmalara kaynak aktarılmasında kullanılabilmektedir.

Bilgi kaynaklarına niceliksel metodların uygulanması işlemi olan bibliyometri konusundaki ilk çalışmalar 1920'lerden önce başlamış olsa da bibliyometri terimi 1969 yılında Pritchard tarafından; "kitaplar ve iletişim ortamlarına istatistiksel ve matematiksel yöntemlerin uygulanması" şeklinde tanımlanarak erken dönemde kullanılan "istatistiksel bibliyografi" teriminin yerini almıştır (Forsman, 2008).

Üniversitelerin ve araştırma kurumlarının yayın, atıf, patent sayıları, doktora tezleri vb. çıktılarına dayalı bibliyometrik göstergelerin, uzman görüşleriyle birlikte değerlendirilmesi ve buna göre bilim ve teknoloji politikalarının oluşturulması kaçınılmazdır (Weingart 2005).

Bilim ve teknoloji gibi çok boyutlu, karmaşık bir yapıyı analiz edebilmek için, istatistiksel yöntemlerden yararlanılarak birbiriyle ilişkili çok sayıda bibliyometrik gösterge geliştirilmiştir. Otuz yıldır, bilim ve teknoloji göstergelerini içeren raporlar, birçok ülkede bilim ve teknoloji politikasının bir parçası haline gelmiş durumdadır. Bu sebeple, bibliyometrik göstergeler bilimsel araştırmaların değerlendirilmesinde uzman görüşlerine temel oluşturacak tamamlayıcı bir araç olarak kullanılmaktadır (Karasözen ve Bayram, 2008). Bir düşüncenin kaynağını açıklama ya da “atıf yapma” (citation) kavramı, matbaanın bulunmasından sonra, Rönesans döneminde gelişmiştir. Dipnotların ve referansların kullanım tarihi kesin olarak bilinmemekle birlikte, bu konuda Oxford English Dictionary’de verilen ilk örnek William Savage’in A Dictionary of the Art of Printing (1841) adlı çalışmasıdır. Dipnota benzeyen örneklerin ilk kullanım tarihi 16. yüzyıla kadar gitmektedir (White, 1985).

Atıf dizinleme (citation indexing) ilk olarak, 1873 yılında “Shepherd’s Citations” adlı kaynağın yayımlanmasıyla başlamıştır. 20. yüzyılda bibliyografik uygulamaların standartlaştırılması atıf dizinlemesinin nesnelliğini ve güvenilirliğini artırmıştır. Atıf dizinleri, yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların kaynakçalarında yer alan önceki çalışmalar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan bibliyografik kaynaklar olarak tanımlanmaktadır (ISI). Science Citation Index (SCI), Social Science Citation Index (SSCI) ve Arts & Humanities Citation Index (A&HCI) bu tip bibliyografik kaynaklar içinde en yaygın olarak kullanılanlardır. Atıf analizi (citation analysis) araştırmalarına son yıllarda yoğun bir ilgi gösterilmektedir. Bu tür araştırmalarda yazar verimliliği, yayınların kullanımı, gibi konular ele alınmaktadır. Bu bağlamda atıf analizi araştırmaları, örneğin, belli bir konudaki en verimli araştırmacıları ve en sık kullanılan kaynakları belirlemeye, kaynakların ne kadar süreyle kullanıldığını saptamaya ve çekirdek dergi koleksiyonu oluşturmaya yardımcı olmaktadır.

Bir derginin bir yıl boyunca aldığı atıf sayısının o derginin önceki iki yılda yayımladığı makale sayısına oranı “etki faktörü” olarak tanımlanmakta ve o dergide yayımlanan makalelerin genel kalitesini gösteren bir ölçüt olarak kullanılmaktadır (Rousseau, 1988).

Bibliyometrik çalışmalar, yüz yıl veya daha fazla süredir çeşitli şekillerde uygulanmaktadır. Shapiro, yöntemin 1700’lü yılların ilk yarısından itibaren uygulandığını belirtmektedir. Lawani’ye göre de ilk bibliyometrik araştırmanın Cole ve Eales tarafından 1917 yılında yayınlandığı kabul edilmekte ve bundan sonra 1923 ve 1927 yıllarında iki araştırmanın daha yayınlandığı bilinmektedir.

Türkiye’de de son yıllarda, dergilerin bibliyometrik incelemelerine yönelik çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu kapsamda Türk Psikoloji Dergisi, Turkish Journal of Chemistry ve Milli Folklor dergileri incelenmiş ve bibliyometrik analiz çalışmaları yürütülmüştür (Al ve Coştur, 2007; Birinci, 2008; Yalçın, 2010). Kütüphanecilik alanında yayımlanan dergilere yönelik olarak da çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bibliyometrik değerlendirmeler daha çok birey, bölüm, fakülte, üniversite, enstitü ve ulusal seviyelerde yayın analizlerinin değerlendirilmesini içermektedir (Rennie ve ark.,1997). Bazen bu değerlendirmeler, farklı kurumların analiz sonuçlarının karşılaştırılması şeklinde olabildiği gibi, bazen de bibliyometrik analiz için veri toplanan farklı veri tabanlarının karşılaştırılması şeklinde olabilmektedir. Bu tarz kıyaslama ve incelemeleri yapabilmek amacıyla son dönemlerde bibliyometri ile ilgili çalışmaların hız kazandığı bilinmektedir. Bu artışı göstermek amacı ile Al (2012), farklı veri tabanlarında “bibliyometri” alanında yapılan makale sayılarının yıllar içinde artışını incelemiştir. Bibliyometrik çalışmalar bilimsel yayınlar mevcut araştırma eğilimlerini temsil ederken aynı zamanda geçmiş ve gelecek araştırma eğilimlerini belirleme konusunda da yardımcı olmaktadır (Garfield, 1970).

Bu yüksek lisans tez çalışmasında elde edilen araştırma verilerinin değerlendirilmesinde, yukarıda ayrıntılı bir şekilde ifade edilen bibliyometrik analiz tekniğinden yararlanılmıştır.

3.2 Fisher-Pry Modeli

Matematiksel bir model olup yeni ürün veya servislerin eskilerine oranla teknolojik üstünlük sağladığı durumlarda yeni üretilen teknolojinin uyumunun öngörülmesi çalışmalarında kullanılmaktadır. Bir başka ifade ile yerine koyma modeli olarak da bilinmektedir.

Fisher Pry modeli, benimsenmiş teknolojinin seviyesine ve kabul edilmemiş kalan kısmının oranına bağlı bir büyüme modelidir. Diğer eğrilere göre daha yavaş bir büyüme gösterir ve eğer teknoloji bilinmeyen ve kanıtlanmamış bir teknolojiye kullanılır (Aravantinos ve Fallah, 2005).

General Electric araştırmacıları Fisher ve Pry, yeni gelen teknolojinin eskisinin önüne geçeceğini ve diğerini pazar dışına iteceğini matematiksel doğruluğunu ifade etmiştir. Eğer ‘f’ yeni ürünün pazar payı oranıysa, eski ürünün pazar payının $1 - f$ olacağı açıktır. Matematiksel ifadenin dışında Fisher Pry kuralı

basitçe, iki ürünün de oranlarının, yarı logaritmik bir kağıt üzerinde düz bir doğruyla ifade edilebileceğini gösterir (yarı logaritmik kağıt, düşey eksen logaritmik büyüyen, yatay eksen lineer büyüyen ölçeklenmiş kağıttır) (Peterka,1977).

Fisher Pry yöntemi, eski bir teknoloji yerini yenisine bırakırken, yeni teknolojinin eskisine göre pazarda ne kadar daha iyi olduğunu gösteren matematiksel bir tekniktir (Shepard, 2000). Diğer bir deyişle eski teknolojinin pazar payının azalışını ve ne kadarını yeni teknolojiye bıraktığını gözler önüne serer. Bu yaklaşımın temelini yeni teknolojinin “lojistik eğrisi” olarak bilinen eğriyi takip eden bir eğilim göstereceği varsayımı oluşturur. Bu kabul iki parametreyle tanımlanır. Bu parametrelerden biri değişimin başladığı zaman, diğer parametre ise değişimin oluşma oranıdır. Bu teknikle şu gibi tahminleri yapmak mümkündür: Yeni bir kimyasal ürünün üretim sürecinin kabul edilişi, dijital ölçüm aletlerinin analog aletlerin yerini alma süreci, telekomünikasyon donanımlarının değişim süreci vs. (Vanston, 2002).

Gelecekte ne olacağı hepimiz için ilgi çekici bir konudur. Apple, Nokia, Sony, Samsung gibi bir çok büyük, uluslararası şirket büyümek, ilerlemek ve pazardaki payını genişletmek, yaşam döngülerini sürdürmek amacı ile ürün ve Pazar araştırmaları departmanlarına milyarlarca dolar yatırım yapmaktadır.

Araştırmacılar, veri analistleri, bilim adamları ve matematikçiler Bas Model, Fisher-Pry gibi moment üreten formüllerle farklı tahmin yöntemleri kullanmıştır. Belirli bir zamanda ki belirli bir teknolojiyi çerçeveleyen yardımcı modeller bulunmaktadır. Bu tez çalışmasında da Fisher-Pry modeli, biyorafineri sistemlerini incelemek ve gelecek tahmininde bulunmak için model olarak seçilmiştir.

Fisher Pry modeli yeni teknolojilerin difüzyon tahminleri için kullanılır, ve özellikle büyük davranış değişiklikleri gerektirmeyen bu teknolojiler için geçerlidir. Davranış değişikliği çok yüksek olduğu zaman Gompertz modeli tercih edilir.

Modelin formülünde “f “ bağımsız bir değişken olarak yeni ürünün pazar payı oranı olarak alınır, eski ürünün pazar payı oranı ise $1-f$ olarak tanımlanmıştır.

Bu durumda $f=Y/L$ ve L,Y değişkeninin büyüme üst sınırı olarak alınır. Bu yaklaşımdaki ana kabul, f nin değişim oranının hem f ile hem de eski ürünün Pazar payı $(1-f)$ ile orantılı olmasıdır.

$$\frac{df}{dt} = b \left[\frac{f}{(1-f)} \right] \quad (7)$$

Bu denklemde t_0 ve t zamanları arası %50 si tamamlandığında yerine koyulduğunda

$$\int_{t_0}^t b \left[\frac{f}{(1-f)} \right] dt \quad (8)$$

f e göre çözümlendiğinde,

$$f = \frac{1}{1 + \exp[-b(t-t_0)]} \quad (9)$$

şeklinde verilmiştir.

Bu denklik daha sonra geliştirilerek

$$f(t) = 1 / (1 + e^{(-b*(t-t_{50}))}) \quad (10)$$

formunu almıştır. Burada;

$f(t)$; Teknolojinin t anındaki pazar yüzdesi,

b ; Belirli bir teknolojinin belirli bir pazarda benimsenme oranı,

t_{50} ; Toplam hedef pazarın yüzde 50 sine ulaşılma zamanıdır.

Fisher Pry modeli 3 aşamada gerçekleştirilir

1. Adım

Toplam marketi tanımlama

Tahmini toplam pazar maksimumu

2. Adım

Yer değiştirme zamanının %50 si

Geçiş hızı

Geçiş eğrisi

3. Adım

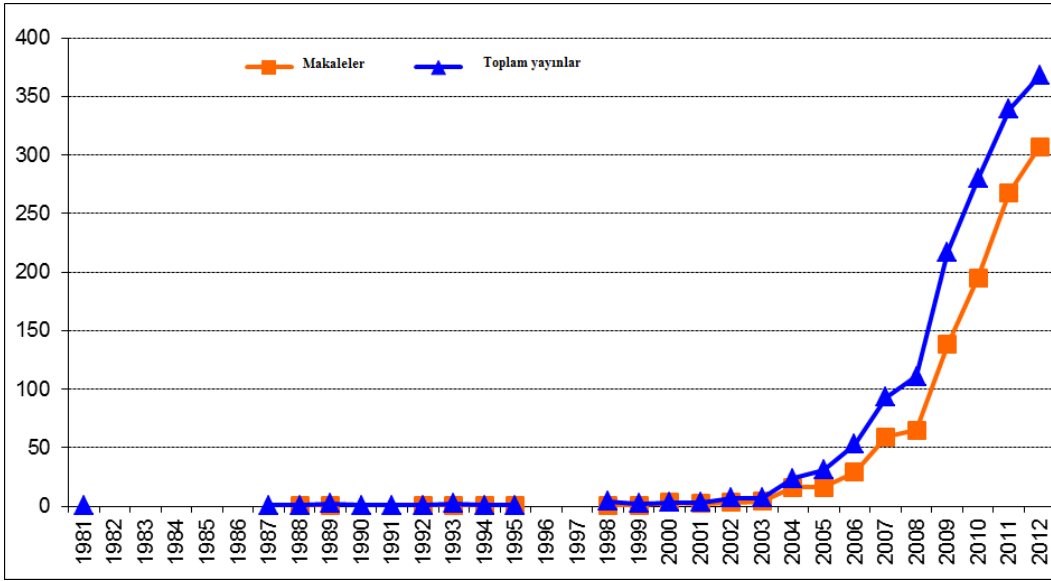
Gerekirse dış faktörlerin uygulanması

Gerçekleştirilen çalışmada bu model esas alınarak hesaplamalar yapılmış ve sonuçlar elde edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1 Bibliyometrik Bulgular

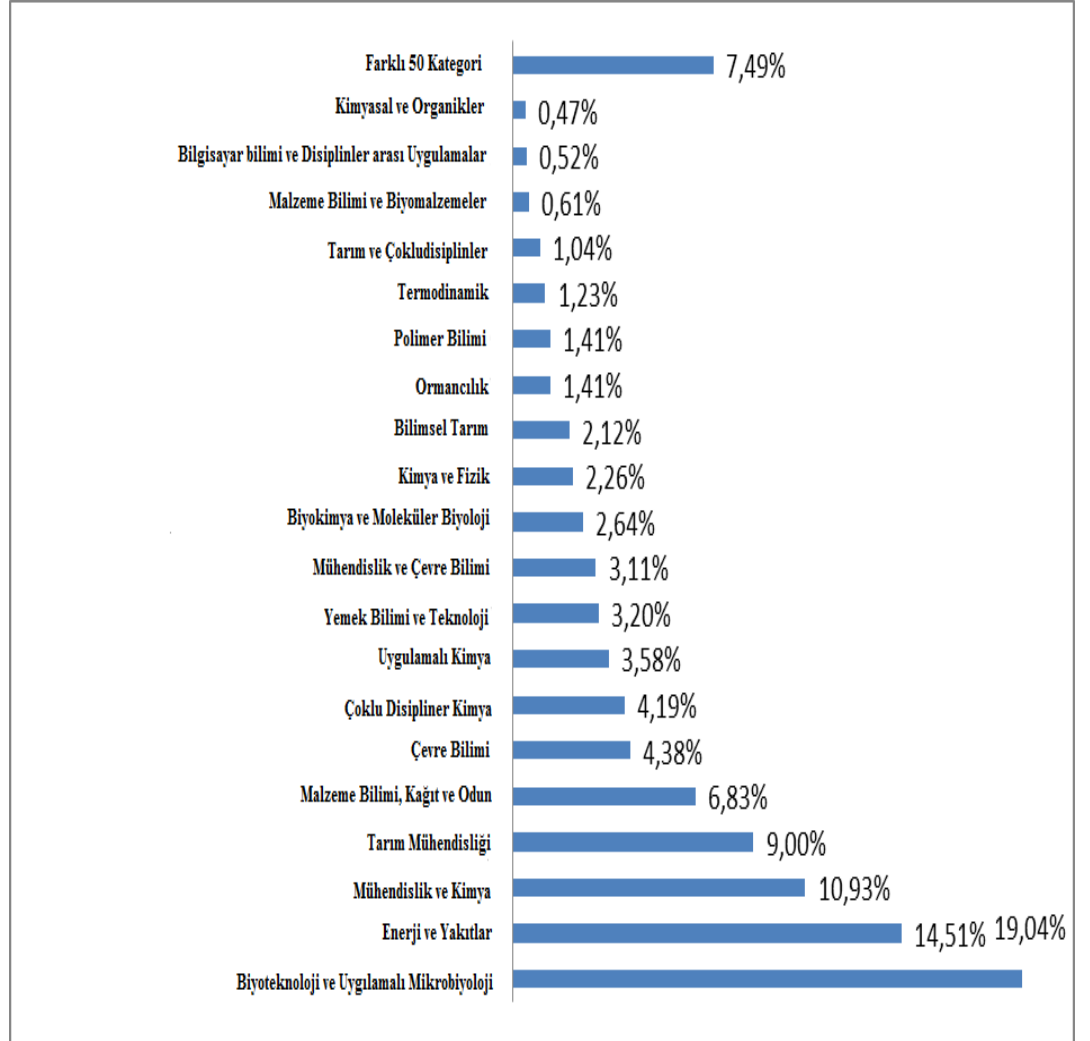
Yapılan bibliyometrik araştırma sonucu, biyorafineri araştırmalarında 2000’li yılların başına kadar çok fazla yayın çıkmadığı görülmüştür. 2000’li yılların başlarında biyorafineri ile ilgili yapılan yayın çalışmalarının sayısının dikkat çekici bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Şekil 4.1 de görülebileceği gibi 1980 ve 2013 yılları arasında SCI/SSCI da “biyorafineri” başlığı altında 1,545 yayın yapılmıştır. Yapılan yayınlarda makaleler ve süreçlerin araştırmaları, genel doküman sayısının %77,61 (1,199)’ni oluşturmaktadır. Geriye kalan diğer yayınlar düzeltmeler (7) , Editoryal Malzemeler (47), Özet (66), Haberler (32) ve İncelemeler (194)’dir. Makaleler bibliyometrik yöntemlerle incelenmiştir. 2013 yılında yayınlanan 86 makale bütün indikatörleri işaret etmemektedir. Biyorafineri konusu bilim alanında yeni bir konudur. 2000’li yılların başlarında artan yayın sayıları dünya genelindeki Ar-Ge gelişmelerini göstermiştir.



Şekil 4.1 Yıllara göre toplam yayın ve makale sayılarının karşılaştırılması

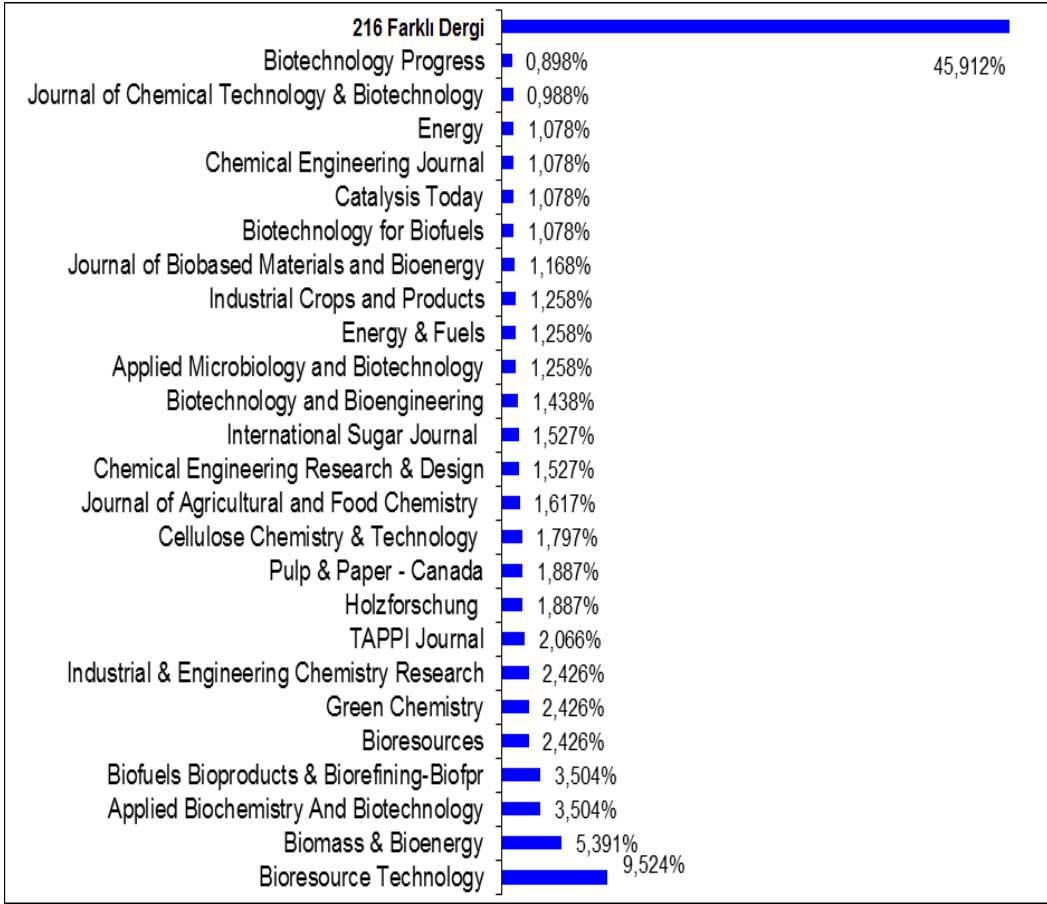
241 dergide yayınlanan yaklaşık 1,554 makale 70 farklı kategoride yayınlanmıştır. Şekil 4.2’de 1980 ve 2012 yılları arasındaki yayınların kategorilere göre yüzdeleri belirtilmektedir. Biyoteknoloji ve uygulamalı mikrobiyoloji (% 19,03; 404 sefer),

enerji ve yakıtlar (%14,51; 308 sefer), Kimyasal (% 10,93; 232 sefer), Tarımsal mühendislik (%9,00;191 sefer) ,kağıt ve odun (%7,25; 154 sefer) olmak üzere dikkat çeken konu başlıklarıdır.



Şekil 4.2. Konu başlığı kategorilerinin oransal dağılımı

Yapılan yayın çalışmaları çoğunlukla Şekil 4.2’ de görülen 25 dergi tarafından yayınlanmıştır. En çok yayın Bioresource Technology (% 9,52; 106) dergisi tarafından yapılmıştır, ikinci en çok yayın çalışmasına sahip dergi “Biomass and Bioenergy” (5.39%; 60) olmuş, bunu “Applied Biochemistry and Biotechnology” (3.50%; 39) dergisi takip etmiştir.



Şekil 4.3. Yayınların dergilerdeki dağılım yüzdeleri

Yapılan çalışmalar çoğunlukla, Şekil 4.3’de görülen 25 dergi tarafından yayınlanmıştır. En çok yayın “Bioresource Technology” (% 9,52; 106) dergisi tarafından yapılmıştır, ikinci en çok yayın çalışmasına sahip dergi “Biomass and Bioenergy” (5.39%; 60) arkasından “Applied Biochemistry and Biotechnology” (3.50%; 39) dergisi gelmektedir. Biyorafineri alanında 2005 yılında 16 yayın varken yıldan yıla artarak 2012 yılında 307 adet olmuştur. Aynı şekilde paralel bir artışta yazar sayılarında ve dergi sayılarında da gözlemlenmiştir. Biyorafineri kavramı yenilenebilir enerji başlığında oldukça yeni bir konudur. Sürekli artmakta olan araştırmacı, dergi ve yayın çalışmalarını Çizelge 4.1’ de görülmektedir. 2005 yılında 16 makale ve 50 yazar varken bu sayı 2012 yılında makale sayılarında 307’ yi yazar sayılarında ise 1,146’yı bulmuştur. Atıf sayıları 2005 yılında 405 iken 2010 yılında 2100’ e yükselmiştir. Araştırmada kullanılan atıf sayıları Web of Science’ dan alınmıştır. Atıf sayısı bir yayının kalitesini göstermez ancak görünürlüğünü ve etkisinin ölçülmesini sağlar.

YY	Y	SS	SS/Y	Ya	Ya/Y	A	A/Y	D	Y/D
1988	1	20	20,00	9	9,00	94	94,00	1	1,00
1989	1	3	3,00	2	2,00	5	5,00	1	1,00
1992	1	4	4,00	2	2,00	5	5,00	1	1,00
1993	1	19	19,00	2	2,00	31	31,00	1	1,00
1994	1	6	6,00	1	1,00	7	7,00	1	1,00
1995	1	8	8,00	6	6,00	11	11,00	1	1,00
1998	1	2	2,00	2	2,00	1	1,00	1	1,00
1999	1	7	7,00	6	6,00	34	34,00	1	1,00
2000	3	23	7,67	12	4,00	63	21,00	3	1,00
2001	2	13	6,50	9	4,50	37	18,50	2	1,00
2002	3	22	7,33	10	3,33	22	7,33	3	1,00
2003	4	69	17,25	9	2,25	33	8,25	3	1,33
2004	16	189	11,81	59	3,69	242	15,13	12	1,33
2005	16	169	10,56	50	3,13	351	21,94	12	1,33
2006	29	225	7,76	75	2,59	731	25,21	18	1,61
2007	59	477	8,08	194	3,29	1040	17,63	36	1,64
2008	65	603	9,28	193	2,97	996	15,32	41	1,59
2009	137	1366	9,97	462	3,37	1264	9,23	66	2,08
2010	196	1843	9,40	616	3,14	1004	5,12	89	2,20
2011	258	2632	10,20	939	3,64	341	1,32	101	2,55
Total	796	7700				6312		394	
Ortalama			9,24		3,49		17,7		1,33

YY; Yayın Yılı, Y; Yayın Sayısı, SS; Sayfa Sayısı, SS/Y; Sayfa/ Yayın Sayısı, Ya; Yazar Sayısı, Ya/Y; Yazar /Yayın Sayısı, A; Atıf Sayısı, A/Y; Atıf/ Yayın sayısı, D; Dergi Sayısı, Y/D; Yayın/Dergi Sayısı

Çizelge 4.1 Biyorafineri araştırmalarında makale ve dergi karakteristikleri

Yazar adreslerine göre yayın çalışmalarına göz atıldığında 49 farklı ülkede araştırmalar yapıldığı görülmüştür. En çok yayın yapan 20 ülke arasında ilk sıralarda sırasıyla ABD (% 90,33) ve Kanada (%31,03) yer almaktadır (Çizelge 4.2)

Bibliyometrik analiz yöntemi kullanılarak yapılan yayın çalışmalarından uluslararası iş birlikleri gözlemlenebilir. Çalışmaların %20,26 lık bir kısmı uluslararası iş birlikleriyle yayınlanmıştır, geriye kalan %79,74 lük oran ise tek bir ülke tarafından yayınlanan çalışmalardır.

Ülkeler	TY (Makaleler)		TeY (Makaleler)		ÜİY (Makaleler)			Enstitü Sayıları
	No	%	No	%	No	%	Ülke Sayısı	
ABD	337	31.03	293	33.83	44	20.00	17	102
Kanada	84	7.73	65	7.51	19	8.64	10	20
İspanya	63	5.80	55	6.35	8	3.64	6	17
Çin	52	4.79	36	4.16	16	7.27	6	27
İngiltere	49	4.51	36	4.16	13	5.91	8	16
Finlandiya	49	4.51	33	3.81	16	7.27	8	10
İsveç	48	4.42	37	4.27	11	5.00	8	15
Almanya	40	3.68	40	4.62	-	-	0	20
Hollanda	38	3.50	26	3.00	12	5.45	10	13
Japonya	35	3.22	32	3.70	3	1.36	3	14
Danimarka	27	2.49	19	2.19	8	3.64	6	7
Portekiz	25	2.30	18	2.08	7	3.18	3	8
Fransa	24	2.21	17	1.96	7	3.18	6	13
Avusturya	22	2.03	13	1.50	9	4.09	9	13
Brezilya	19	1.75	12	1.39	7	3.18	6	13
İtalya	17	1.57	14	1.62	3	1.36	4	13
Avustralya	14	1.29	12	1.39	2	0.91	2	3
Norveç	14	1.29	11	1.27	3	1.36	5	6
Güney Kore	13	1.20	12	1.39	1	0.45	1	7
Malezya	11	1.01	7	0.81	4	1.82	3	4
Diğer Ülkeler ²⁹	105	9.67	78	9.01	27	12.27	34	78

TY; Toplam Yayın Sayısı, TeY; Tek Ülkeden Çıkmış Yayınlar, ÜİY; Uluslararası İş Birliği ile Çıkmış Yayınlar

Çizelge 4.2 Uluslararası iş birliğinde en üretken ülkeler

4.2 Biyosüksinik Asit ve Petrosüksinik Asit

4.2.1 Süksinik asit

Süksinik asit $\text{CO}_2\text{HCH}_2\text{-CH}_2\text{CO}_2\text{H}$ formüllü bir organik asittir. Karboksilik asitlerin en küçüklerindendir (en küçük olan formik asittir). Doğada karbonhidratların yükseltgenmesiyle oluşur. Kehribarda % 3-8 nispetinde bulunan organik bir bileşiktir (Şekil 4.4). Diğer reçinelerde, fosilleşmiş ağaçlarda ve ekseri bitkilerde de bulunur. Düşük konsantrasyonlarda birçok hayvanın dokularında yer alıp, ara metabolizma görevini ifade eder. Saf süksinik asit saydam renksiz bir katıdır. Su ile her oranda karışır (Durmaz, H., 2011).

Süksinik asit genellikle asitlik düzenleyici ve lezzet zenginleştirici olarak kullanılır. Bilinen yan etkisi yoktur; vücut tarafından metabolize edilir (vücut hücrelerinin normal bileşenidir). Süksinik asit, maleik asidin hidrojen ile tepkimesinden kolayca elde edilir. Bunun yanında laktik asit fermantasyonuyla da elde edilir (Hermann vd.,2007). Sanayide süksinik asit hem biyolojik yolla hem de sentetik yolla imal edilir.



Şekil 4.4 %4 ile %8 oranında süksinik asit içeren kehribar taşı

Sanayide süksinik asidin geniş bir kullanım alanı vardır, çoğu kimyasalın üretiminde hammadde olarak kullanılır. Süksinik asit gıda sanayisinde tampon özelliğinden dolayı E663 adıyla bir katkı maddesi olarak kullanılır. Şekerlemelerde fırın ürünlerinde kullanımı yaygındır. Süksinik asit açılasyon işlemlerinde de kullanılmaktadır. Süksinik asidin türevlerinin de çeşitli kullanımları vardır. Örneğin, sodyum asetat dokuma sanayinde ve gıda katkı maddesi olarak (E262) kullanılır. Selüloz asetat fotoğraf filmi üretiminde kullanılır. Bu asit türü ilaç, gıda, ve tüketim ürünlerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Bu tür polimerler kimyasal yapı blokları, kozmetik, çözücü maddeler, elyaf, boya, dizel yakıtları ve metal üretimleri amacıyla oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Marketandmarket, 2014; Soare ve Kersh, 2014)

Genelde hidrojen ve maleik asidin süksinik asit oluşturabilmek için karıştırılması gerekmektedir.

Biyokütleden süksinik asit üretimi, günümüz teknolojisinde %50 oranında sera gazı faydası sağlamaktadır. Gelişen teknolojiyle bu oranın ileriki zamanlarda

% 80'e çıkması beklenmektedir. Biyosüksinik asitin ekonomik potansiyeli ve artan pazar talebi sebebiyle birçok şirket büyük ölçekli pilot Ar-Ge tesisi kurmaktadır (Soare ve Kersh, 2014). Süksinik asitin yaklaşık olarak pazar değeri 225 milyon \$'dır. Toplam kapasitesi ise 140,000 ton civarındadır.

4.2.2 Süksinik asit pazarı

Süksinik asit günümüzde çok yüksek talebe sahip ara kimyasaldır. Yıllar boyunca süksinik asit sadece petrol bazlı olarak üretilmekte ve yüksek petrol fiyatları ve üretimindeki yüksek maliyet sebebi ile sadece ilaçlarda ve kozmetik ürünlerinde kullanılmaktaydı. Günümüzde ise, süksinik asidi biyo tabanlı maddeden temin etmek amacıyla birçok şirket kurulmuş ve biyo süksinik asit üretimini oldukça geliştirmişlerdir (Grandviewresearch, 2014).

Süksinik asit dünya pazarında yıllar içinde oldukça önem kazanmış bir biyo tabanlı kimyasaldır. Yıllık ortalama 30000 ila 50000 ton arasında üretim yapılmaktadır. Biyo tabanlı süksinik asit pazarının yıllık büyüme oranları 2011 ila 2016 yılları arasında % 18,7 olarak tahmin edilmiştir. ABD Enerji Bakanlığı, süksinik asiti biyokütleden imal edilebilir en umut verici 5 yapıtaşı kimyasaldan biri olarak sınıflandırmıştır (Marketandmarket, 2014). Biyobazlı süksinik asit üretimi doğal glikoz üreticilerinin fermantesi sonucu ya da genetik mühendisliği yöntemleriyle üretilebilir. Bu durum süksinik asit fiyatlarının düşmesine sebep olmaktadır. Biyosüksinik asit üretimi yapan başlıca şirketler BioAmber, Myriant ve Reverdia şirketleridir. Dünya genelinde bakıldığında 2013 yılında biyo süksinik asit pazarının en büyük payı %46'lık bir oranla Avrupa'nındır. İkinci en büyük pazar payına ise %29'luk bir oranla Asya kıtası sahiptir (Soare ve Kersh, 2014; Sladeshare, 2014)

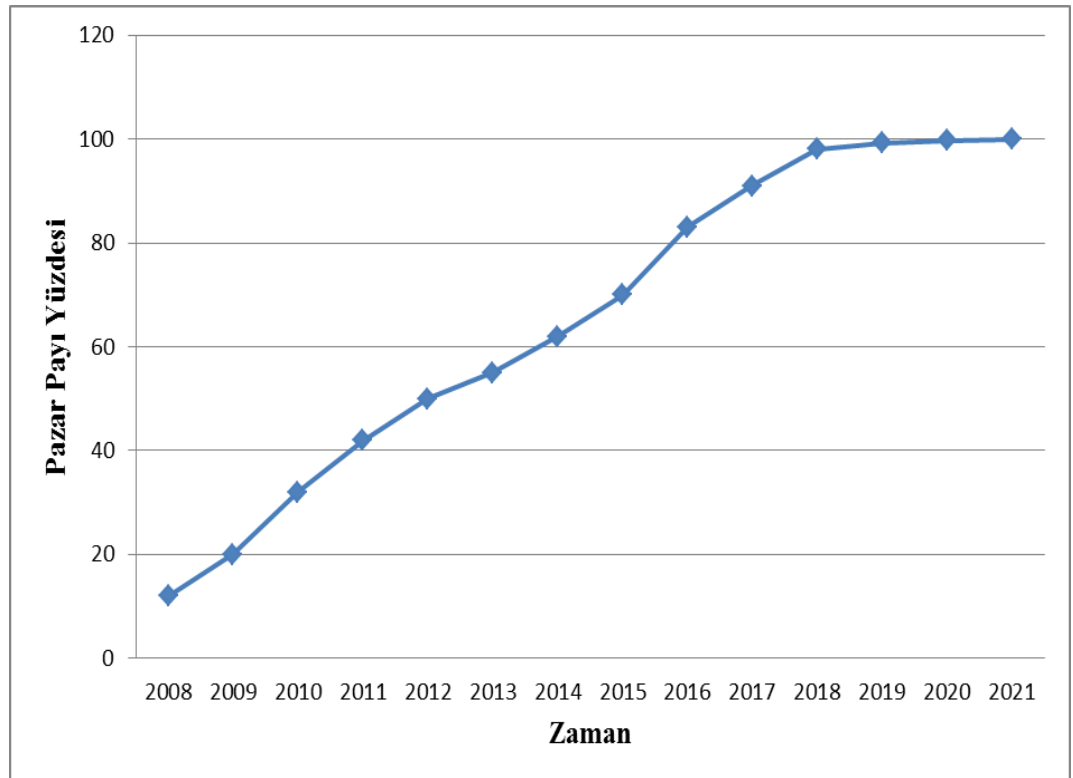
Ayrıca Birleşik Devletler'de bulunan küresel bir yenilenebilir kimyasallar şirketi olan Myriant Corporation ile merkezi Türkiye'de bulunan bir uluslararası kimyasal üretim ve ticaret şirketi olan Bayegan Group, 2013 yılında Myriant'ın biyo-suksinik asidini Orta doğu, Doğu Avrupa ve Afrika (Bölge) pazarlarında pazarlamak amacıyla geniş kapsamlı bir işbirliği anlaşmasını yapmıştır. Süksinik asidin küresel olarak yaklaşık pazar değeri 2013 yılında yaklaşık olarak 115.2 milyon \$'dır. Biyosüksinik asit, petrol türevi adipik aside kıyasla %96 ve petrolden türetilen süksinit aside kıyasla %94 oranında zararlı sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır.

2020 yılında biyosüksinik asit için market değerinin 1.1 milyar \$ olacağı yapılan tahminler arasındadır.

4.2.3 Biyosüksinik asit ve petrosüksinik asit uygulaması

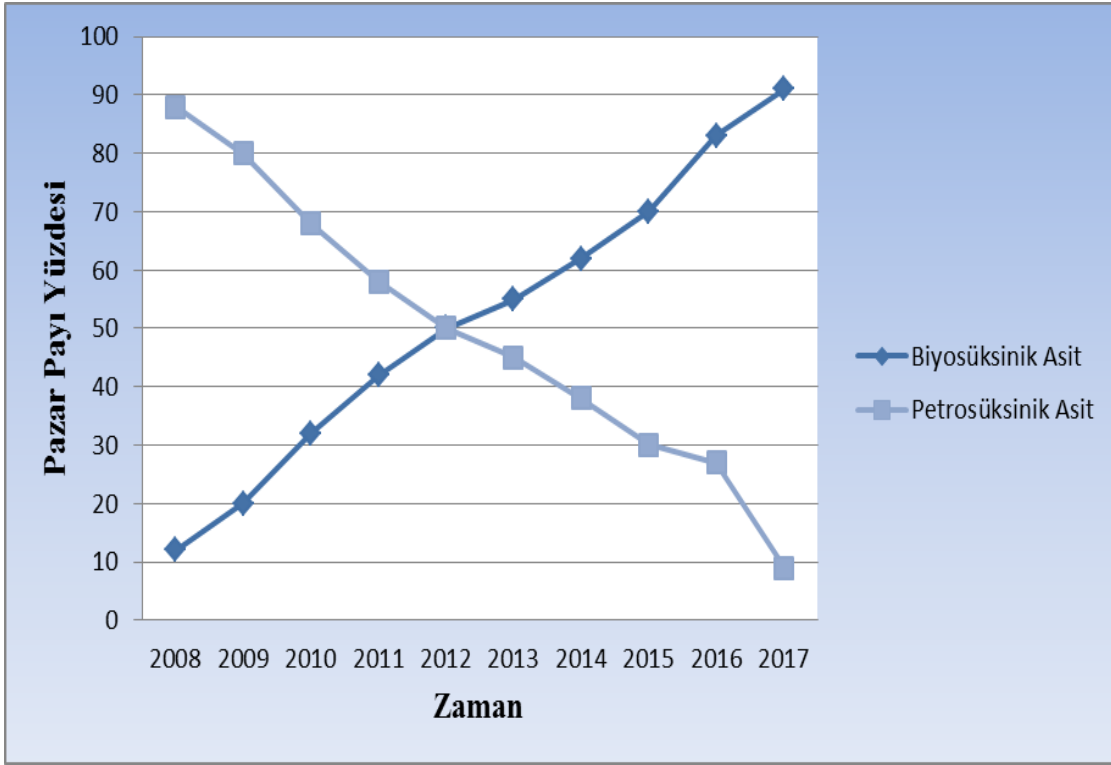
Biyokütleden süksinik asit üretimi, günümüz teknolojisinde %50 oranında sera gazı faydası sağlamaktadır. Gelişen teknolojiyle bu oranın ileriki zamanlarda % 80'e çıkması beklenmektedir. Biyosüksinik asitin ekonomik potansiyeli ve artan pazar talebi sebebiyle bir çok şirket büyük ölçekli Ar-Ge tesisi kurmaktadır. Süksinik asitin yaklaşık olarak pazar değeri 225 milyon \$ dır. Toplam kapasitesi ise 140,000 ton civarındadır. Yapılan araştırma sonucunda biyokökenli süksinik asitin 2012 yılında pazar payının %50' sine hakim olduğu görülmüştür (IEA, 2007; Soare ve Kersh, 2014; Grandwievresearch, 2015; IEA, 2015).

Biyo kökenli ve petro kimyasal kökenli süksinik asitin fisher-pry yöntemi ile karşılaştırılması için öncelikle 2009 yılından 2013 yılına kadarki süreçte, her iki kimyasalın üretim miktarları incelenmiştir. Yaklaşık üretim kapasitesi yapılan öngörü çalışmasıyla, biyo kökenli süksinik asitin 2021 yılında süksinik asit pazarına tamamen hakim olacağı sonucuna varılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Biyosüksinik asit, Fisher-Pry yıllara göre pazar payı analizi grafiği

Yapılan araştırmanın sonucunda, biyokökenli süksinik asitin 2012 yılında pazar payının %50' sine hakim olduğu bulunmuştur. 2008 yılında üretilmeye başlanan biyo süksinik asitin yıllara göre yayılım hızı ortalaması yaklaşık olarak 0,8 olarak hesaplanmış ve fisher pry formülü uygulandığında geleceğe yönelik tahminleme yapmak mümkün olmuştur. Şekil 4.6' da biyosüksinik asit ile petrol bazlı süksinik asitlerin geçmiş yıllarda ki pazar payı miktarı ve gelecek yıllara yönelik tahminleme grafiği verilmiştir.



Şekil 4.6 Biyosüksinik asit ve petrol kökenli süksinik asit pazar payı karşılaştırması

4.3 Biyo kökenli 1,3-Propanediol ve Petrol kökenli 1,3-Propanediol

4.3.1 1,3-Propanediol

Kimya sektöründe her geçen gün birbirinden farklı sektörlerde kullanılan yeni moleküller ve formüller üretilmektedir. 1,3 propandiol neredeyse bir asırdır bilinen 3 karbonlu küçük bir alkol molekülüdür, ancak uzun zamandır bilinmesine rağmen 2000'li yıllara doğru kimya sektörünün ilgisini çekmeye başlamıştır. 1,3-propanediol (trimetilen glikol, polipropilen glikol, 1,3-PDO) renksiz, kokusuz,

alkol, su ve eterlerle karışabilen düşük toksisitede bir sıvıdır (He vd., 2002). Molekül formülü $C_3H_8O_2$, molekül ağırlığı 76.09 g/mol'dür. Kaynama noktası 210-212°C, erime noktası -28°C'dir. Yoğunluğu, 25°C' de 1,0597g/cm³ 'tür. (Willke ve Vorlop, 2008). 1,3-20 PDO, bilinen en eski fermentasyon ürünlerinden birisidir. 1881 yılında August Freund tarafından gliserin fermentasyonu yapan ve aktif organizma olarak *Clostridium pasteurianum* içeren karışık kültürde tanımlanmıştır (Saxena vd., 2009).

1,3-PDO'nun kimyasal yolla üretimiyle ilgili bir çok proses bilinmesine rağmen, sadece iki tanesi endüstriyel olarak uygulanmaktadır. 1,3-PDO; kompozit, yapışkan, laminant, kaplama, alifatik polyester ve antifriz yapımı gibi birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır (Liu vd., 2010).

Etilen glikol, propilen glikol, 1,3-bütanediol ve 1,4-bütanediol ile benzer kullanım alanlarına sahiptir. Ayrıca sahip olduğu metilen birimi sayesinde kendine özgü özellikleri bulunmaktadır (Huang, 2002; Wolf, 2005).

1,3 PDO çok değerli, fonksiyonel ve birçok kimyasal tepkimede gelecek vadeden bir moleküldür (Zheng vd. 2008). Gelişen teknoloji ve ihtiyaçlarla birlikte yıllar içerisinde 1,3 PDO, değersiz bir kimyasal durumundan değerli ve önemli bir kimyasala dönüşmüştür. 1,3 PDO'nun büyük ölçekte birçok ürün üretimi için hammadde olarak kullanılmaktadır. Kimyasal proseslerin en önemli dezavantajı yüksek basınç ve sıcaklık gereksinimidir. Ayrıca pahalı katalistler kullanılmaktadır ve toksik ara ürünlerin oluşumu söz konusudur (Gonzalez-Pajuelo vd., 2006; Maervoet vd., 2011).

Kimyasal 1,3-PDO üretimi oldukça pahalıdır ve 1,2-etanediol, 1,2-propanediol ve 1,4-bütanediol gibi diollerle rekabet etmektedir. Bu da 1,3-PDO'nun biyolojik üretimini daha cazip hale getirmektedir (Beauprez, 2010).

4.3.2 1,3- Propanedion pazarı

Shell kimya ve DuPont kimya şirketlerinin fiber ve tekstil üretimlerinde kullanılan yeni tür polimer sentezinde yapı taşı olarak, 1,3 PDO kullanmaya başlaması ile 1,3 PDO ya olan ilgi dünya çapında katlanarak artmıştır. Elde edilen polimerle gelecekte naylonun yerini alması öngörülmektedir. 1,3 PDO üretimi için yapılan çalışmalar petrol türevli kaynakların yanında özellikle sürdürülebilir kaynaklardan elde edilen hammadde ile biyoteknolojik kökenli üretim araştırmalarını içermektedir (Haydaroğlu, 2008). Çok çeşitli ve yaygın kullanım alanına sahip olan 1,3 PDO, son 15 yılda ham madde olarak kimya endüstrisinde

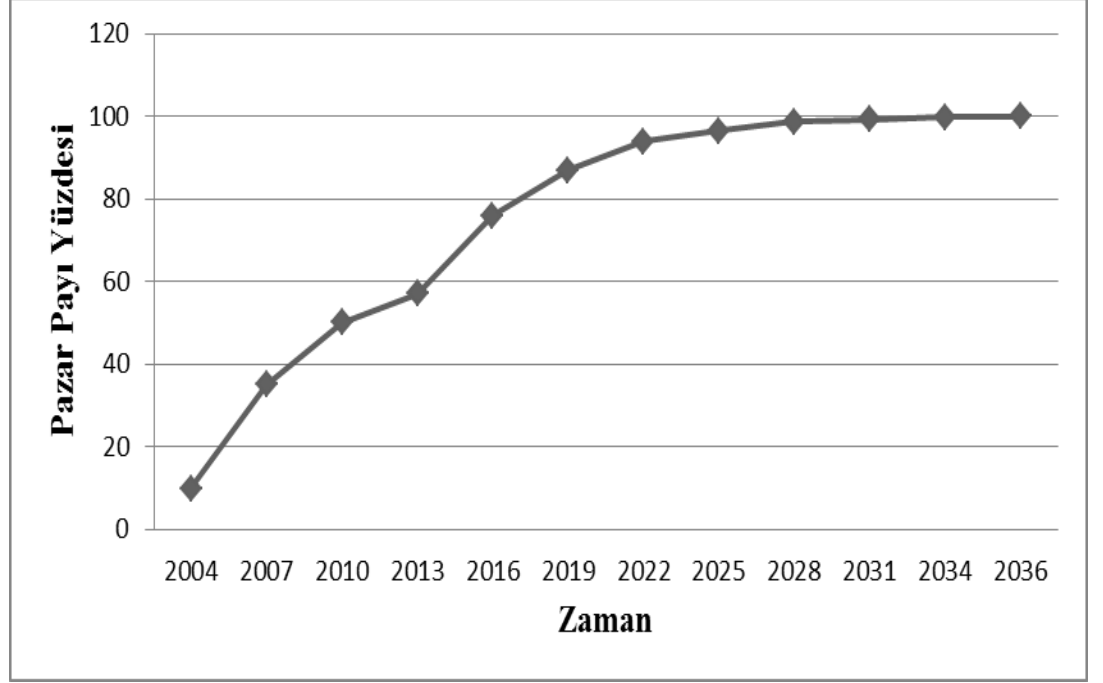
en çok ilgi çeken moleküllerden birisi olmuştur. Mürekkep üretiminden tekstil endüstrisi için hammadde üretimine, çeşitli medikal araştırmalara kadar birçok alanda kullanımı mevcuttur. Bunların yanında 1,3 PDO, polimer endüstrisinin vazgeçilmez bir hammadde olmuş durumdadır (Nemeth ve Sevelle 2008).

1,3 PDO terafitalik asit ile bir araya gelerek sentetik fiber için polimer hammaddesini oluşturmaktadır. Shell kimya Kanada’da kurduğu tesisinde yıllık 50000 ton kapasiteyle 1,3 PDO üretmektedir. Kimyasal yöntemlerle yapılan üretim için verilen rapora göre üretim maliyeti 2 \$/kg 1,3 PDO mertebesindedir. Biyodizel kaynaklı gliserolün hammadde olduğu, genetik modifiye mikroorganizma ile biyoteknolojik yöntemler kullanarak 1,3 PDO üretimi yapan DuPont firmasında üretim maliyetlerini 0,90 \$ - 4,00 \$ / kg 1,3 PDO arasında olduğu tahmin edilmektedir. DuPont firması genetik E.coli suşları için Genencor firması ile ortak çalışmaktadır. Tesisin yatırım bedeli olarak 100 milyon \$ ve yıllık üretim kapasitesinin 50000 ton 1,3 PDO olduğu rapor edilmiştir. Yapılan analizlerin doğrultusundaki tahminler 2020 yılında market hacminin 250000 ton 1,3 PDO olacağı ve bunun %75’inin petrol türevli yöntemler yerine biyoteknolojik yöntemlerden elde edileceği yönündedir (Daniel vd., 1995).

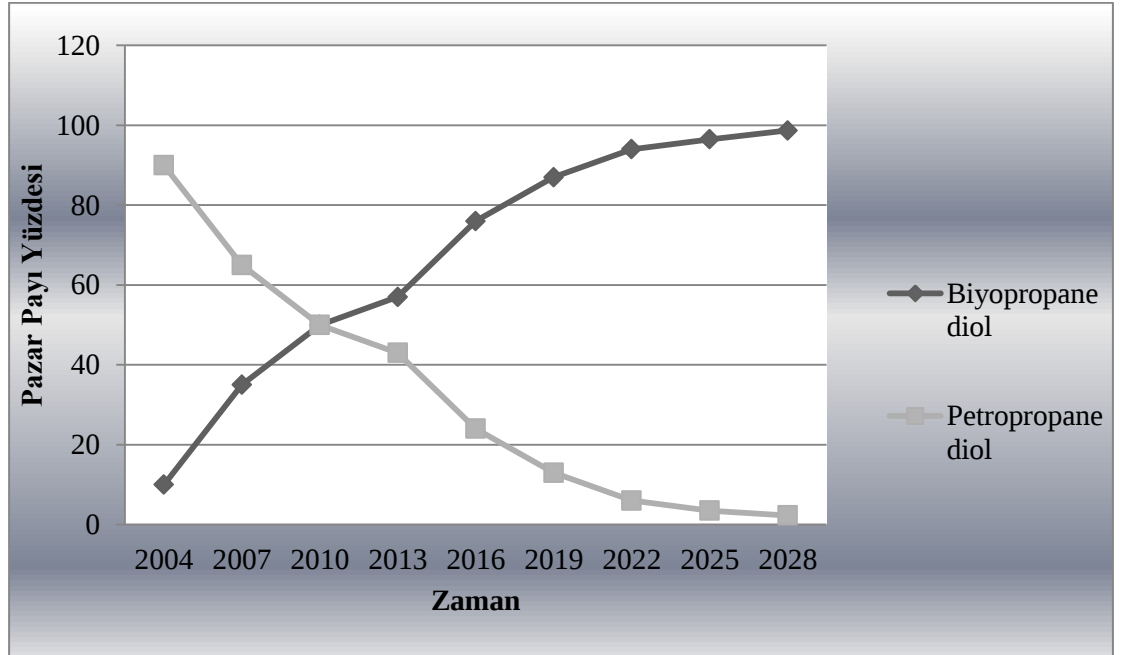
4.3.3 Biyo kökenli propanediol ve petrol kökenli propanediol uygulaması

Biyokütle tabanlı propanediol üretimi oldukça gelişmiş yöntemler içermekte ve şirketler üretim için farklı prosesler ve teknolojik yapılar oluşturmaktadır. Propanediol üretiminin pazar araştırması kısmında da belirtildiği üzere, oldukça geniş bir üretim kapasitesine sahiptir. Propanediol ilk üretilen kimyasallardandır ancak ticarileşme süreci biraz zaman almıştır. Biyo kökenli ve petro kimyasal kökenli propanediolün fisher-pry yöntemi ile karşılaştırılması için öncelikle geçmiş yıllardaki üretim gelişimine, pazar payındaki artış oranına ve pazara hakimiyet oranlarına dikkat edilmiştir. Geçmişe yönelik yapılan araştırmalarda biyo kökenli propanediolün üretiminin 2004 yılında başladığı, %50 pazar payına ise 2010 yılında ulaştığı görülmüştür. Ayrıca üretime geçtiği tarihten günümüze propanediolün pazar yüzdesinde ki yaklaşık artışı %3.1 olduğu hesaplanmıştır. (Nemeth ve Sevelle 2008; Beauprez, 2010). Bu değerler sonucunda, propanediolün ticarileşmesinden bir süre sonra pazara oldukça hakim olmaya başladığı görülmüş ve yöntem uygulaması sonucunda biyo kökenli propanediolün 2036 yılında Pazar hakimiyetine tamami ile sahip olacağı öngörülmüştür (Şekil

4.7). Ayrıca Şekil 4.8’de, petrol ve biyopropanediol pazar payları arasındaki değişim gözlemlenebilmektedir.



Şekil 4.7 Biyo kökenli propanediol, Fisher Pry Analizi



Şekil 4.8 Biyo kökenli ve petrol kökenli propanediol pazar payları karşılaştırması

4.4 Biyo Kökenli Laktik Asit ve Petrol Kökenli Laktik Asit

4.4.1 Laktik asit

Laktik asit, 1780 yılında Carl Wilhelm Scheele tarafından keşfedilen, formülü $\text{CH}_3\text{CHOH-COOH}$ ve kimyasal adı alfa hidroksipropenoyik asit olan, bir organik hidroksi asittir. Molekülünde bir asimetrik karbon atomu içerir. Bu atom iki optikçe aktif izomeri ile, bu iki izomerin inaktif karışımı olan bir rasemik karışım oluşturmalarını sağlar. Endüstriyel açıdan büyük öneme sahip olan laktik asit üretimi, kimyasal sentez yada fermantasyon yolu ile gerçekleştirilebilmektedir (Lipinsky ve Sinclair, 1986; Vert ve ark. 1995).

Mısır, patates, peynir altı suyu, şeker kamışı ve şeker pancarı gibi ucuz ve yenilenebilir kaynaklardan kolay biyoteknolojik yöntemlerle elde edilen L- ve D, L-laktik asitin polimerizasyonu ile biyobozunur ve biyo uyumlu alifatik polyester olan poli(laktik asit), PLA, elde edilmektedir. Biyo bozunurluk 50°C 'nin üstündeki sıcaklıklarda birkaç aydan bir yıla kadar hidroliz olabilme özelliğidir. Uygulanabilirlikte, toksik olmayan bozunma ürünleri oluşturmaları da önemlidir. PLA, çevre dostu bir termoplastiktir (Jacobsen, 1999; Kricheldorf, 2001).

1966 yılında poli L-laktik asit (PLLA), çatlak/kırık kemiklerin sabitletmesinde vida olarak, protezlerin yapımında kullanılmış, dikiş ipliği materyali olarak uygulanmıştır. Bundan sonra PLLA, poli DL-laktit (PDLLA) ve laktit kopolimerleri ile ilgili birçok araştırma yürütülmüştür. Yüksek mekanik dayanıklılık gerektiren ortopedik cerrahilerde ve diş sağlığı alanında sabitleyici yada uzatıcı olarak kullanılacağı zaman PLLA'nın yüksek molekül ağırlıkta olması istenirken; ilaç taşıyıcı sistemlerde matris olarak kullanılacak PLLA'nın yüksek molekül ağırlıkta olması gerekmemektedir. Bu gibi ilaç uygulamalarında, genellikle yüksek molekül ağırlıklı PLLA'ya göre vücutta daha hızlı bozunabilen düşük molekül ağırlıklı laktit kopolimerleri tercih edilir. Bu nedenle, düşük ortalama mol kütlelerinden yüksek ortalama mol kütlelerine kadar geniş bir aralıkta değişik kimyasal kompozisyonlara sahip PLA bulunmaktadır. Fakat çoğunlukla ticari olarak elde edilebilen PLA'dan daha değişik fiziksel ve kimyasal özellikler içeren polimere ihtiyaç duyulur. Bu durumda laktit veya laktik asit

polimerizasyonu ile sentezlenen polimerin özelliklerinin iyileştirilmesi için ileri ısıl işlemler ve ya kopolimerizasyon teknikleri kullanılabilir (Hyon vd. 1997).

Bir biyoplastik olan poli(laktik asit) fermantasyon, ayırma ve polimerizasyondan oluşan 3 adımla elde edilir. Fermantasyon, substrat veya ortam olarak mısır, peynir altı suyu, melas gibi yenilenebilir kaynakların kullanımını ve uygun mikroorganizma kültürü ile laktik asitin eldesini içerir. Laktik asit fermantasyon ortamından reaktif ekstraksiyon, reaktif distilasyon gibi yöntemlerle ayrılır ve polimerizasyona hazır hale getirilir. Polimerizasyon da kullanılan laktik asit çözeltileri %60-90 (g) arasında derişime sahiptir (Sawyer 2001; Nilsson ve Gram, 2002; Blackburn 2005).

4.4.2 Laktik asit pazarı

Dünya genelinde polilaktik asit üretimi yapan 30 farklı noktada 25 şirket vardır. Yıllık olarak 180000 tondan daha fazla miktarda biyo bazlı polilakasit üretimi yapılmaktadır. En büyük üretici firma yıllık ortalama 140000 ton kapasitesi olan NatureWork firmasıdır. Diğer üreticilerin yaklaşık kapasiteleri yıllık 1000 ila 10000 ton arasındadır. 2013 yılında dünya genelinde ki laktik asit üretimi 714.2 kilo tondur. 2020 yılında bu değerin yaklaşık olarak 1,960.1 kilo tona ulaşması beklenmektedir. Pazar 2012 yılından 2014 yılına kadar ki süreçte %15,5 oranında büyümüştür. Pazar değeri 2013 yılında 2185,5 milyon dolardır. 2020 yılına kadar bu değerin 18.3% oranında yükselmesi ve 4,312.2 \$ değerinin olması beklenmektedir. Büyüyen çevre bilinci ve yeşil ambalaj ürünleri talebi sebebiyle önümüzde ki 6 yıl polilaktik asit talebinin artarak devam edeceği yapılan araştırmalarda tahminlenmiştir (Dusselier, 2013; Gümüşderelioğlu, 2014; Soare ve Kersh, 2014).

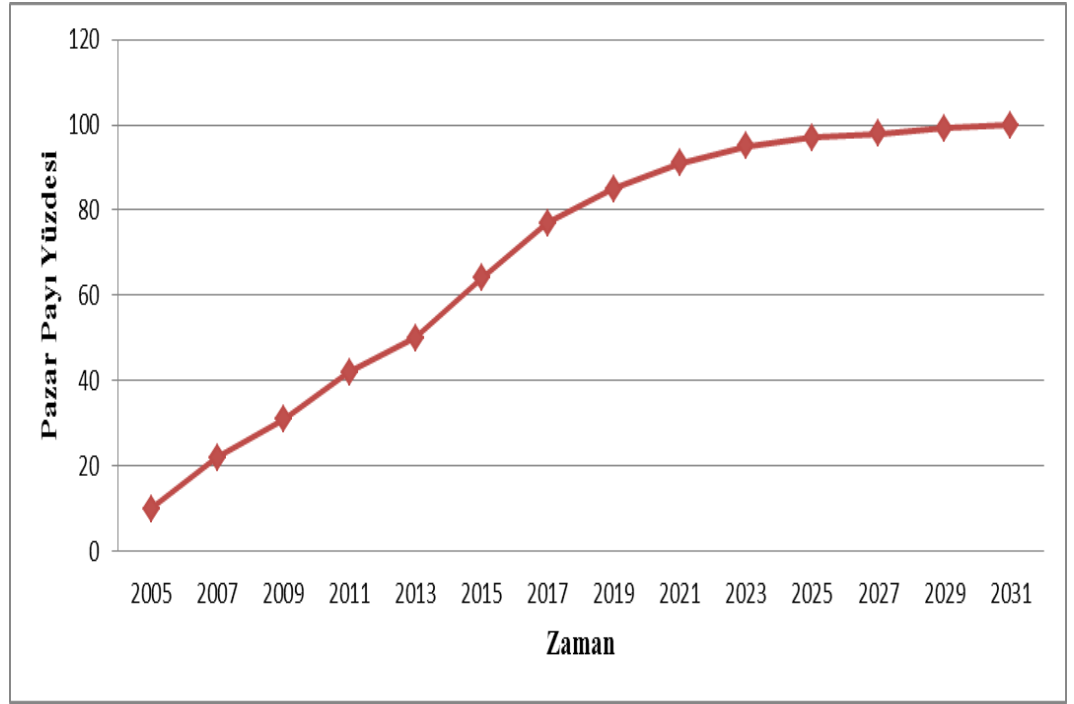
PLA yenilenebilir kaynaklardan elde edilebilmesi, katı atıkların bertaraf edilmesi gibi sorunları azaltmaya oldukça yardımcı olması ve biyolojik olarak parçalanabilmesi sebebiyle oldukça yaygınlaşan bir biyo tabanlı kimyasaldır. Yapılan öngörü çalışmalarında elde edilen sonuçlara ve çeşitli raporlara göre, yükselen petrol fiyatları ile birlikte, geleneksel petrol bazlı ürünlere bağımlılığın azalması ve çok daha avantajlı olan PLA' ya olan talebin artması beklenmektedir. Biyoplastiklerin müşterilerin değişen taleplerine ve tercihlerine uyumunun giderek artması ve sürekliliği olan ürünlere ihtiyaç olması da küresel pazara olumlu şekilde yansımakta ve ileriki yıllarda daha da yansıyacağı tahmin edilmektedir. (Taskila ve Ojamo, 2014; Morales vd., 2014)

Küresel PLA üretimi, 2013 yılında 360.8 kilo ton civarındadır. 2020 yılında PLA üretimi için beklenen değer ise yaklaşık olarak 1,205.3 kilo tondur. Yapılan öngörü çalışmalarının gösterdiği bilgilere göre, 2014 ile 2020 yılları arasında PLA pazarı %18.8'lik bir büyümeye gidecektir. Pazar geliri açısından bakıldığında, 2013 yılında pazar değeri 793.9 milyon \$' dır. 2020 yılı için yapılan öngörü çalışmalarında, PLA'nın pazar değerinin 2169.6 milyon \$ olacağı tahmin edilmektedir. 2014 ila 2020 yılları arasında pazar değerinin %15.8 oranında artacağı öngörülmektedir. PLA'nın artıları yanı sıra petrol bazlı kimyasallardan üretilen plastik maddelerine göre daha düşük sıcaklıklarda bozunabilme gibi olumsuz bir yönü vardır. Bu durum PLA'nın paketlenme için kullanım durumunu kısıtlayan bir durumdur. Ancak, piyasada faaliyet gösteren şirketlerin PLA'nın ısı direncini arttırmaya yönelik süreçleri geliştirme amaçlı özel uygulamaları vardır ve bunu amaç olarak benimsemişlerdir (Christopher vd., 2014; Prnewswire, 2015; Grandviewresearch, 2015; Cellulac, 2015; Marketsandmarkets, 2015).

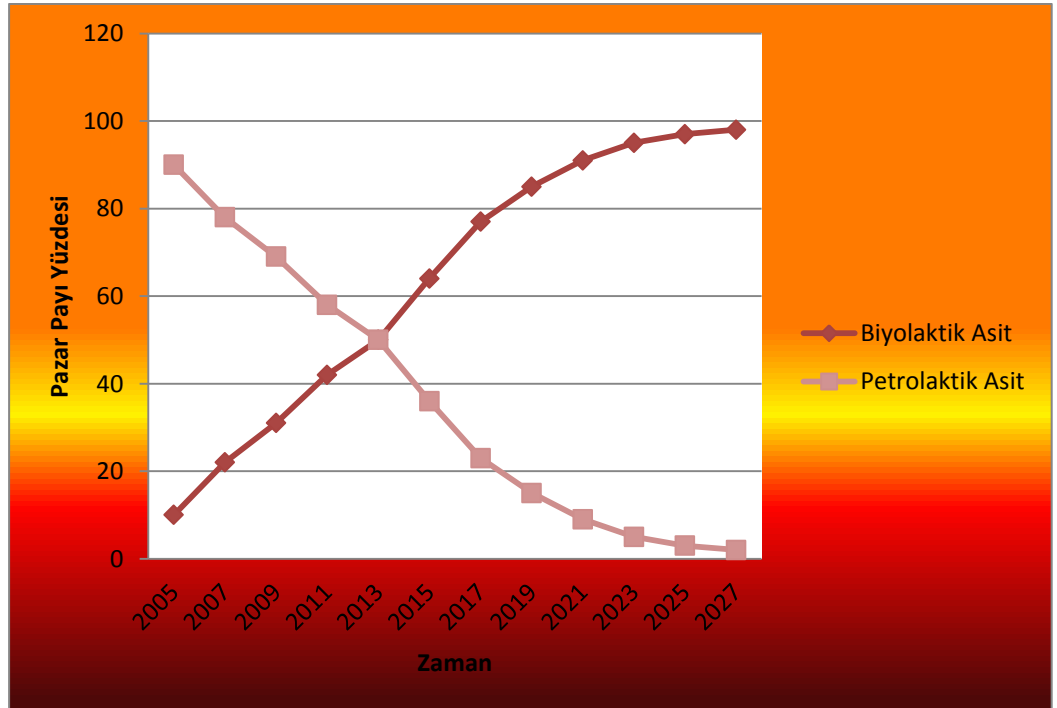
4.4.3 Biyo kökenli laktik asit ve petrol kökenli laktik asit uygulaması

Dünya genelinde laktik asit üretimi oldukça önemli bir aşamadır. Polilaktik asit için yapılan yatırım ve ortaklıklar, pazarın hızla gelişmesini sağlamaktadır. Polilaktik asit günden güne katlanarak artan bir pazar payına sahiptir ve petrolün fiyatının sürekli artması, öteki taraftan polilaktik asit üretiminin maliyetinin teknoloji gelişimi ile ciddi anlamda düşmeside bu duruma ortam sağlamaktadır.

Geleceği oldukça parlak olan bu çevre dostu bozunabilir kimyasal için yapılan araştırmada kimyasalın petrol ve biyo kökenli üretim oranları ve pazar payları incelenmiş, pazar artış oranı hesaba katılmıştır. Araştırma sonucunda biyo kökenli laktik asitin pazarda değer kazanmaya başladığı yılın 2005, pazarda %50 hakimiyet sağladığı yılın 2013 olduğu belirlenmiş buna bağlı olarak pazar artış oranı yaklaşık %2.8 olarak hesaplanmıştır (Morales vd., 2014; Soare ve Kersh, 2014; Prnewswire, 2015; Grandviewresearch, 2015). Bu analizlerin sonucunda yapılan hesaplamada 2029 yılında pazar hakimiyetinin polilaktik asitin elinde olacağı öngörülmüştür. Şekil 4.9' da öngörü çalışması ve fisher pry analizinin sonuçları verilmektedir. Ayrıca Şekil 4.10' da kimyasalın petrol ve biyokökenli pazar payları ve tahminlenmesi açısından bir karşılaştırma yapılmıştır.



Şekil 4.9 Biyolaktik asit, Fisher Pry analizi



Şekil 4.10 Biyo kökenli ve petrol kökenli laktik asit pazar payları karşılaştırması

4.5 Biyo Kökenli Furfural ve Petrol Kökenli Furfural

4.5.1 Furfural

Furfural renksiz bir sıvı aldehit olup, yeni damıtıldığında badem kokusunu andıran oldukça keskin bir kokusu vardır. Renksiz olan furfural hava ile etkileşime girmesi sebebiyle daha koyu bir renk almaktadır, ancak bu etkileşim herhangi bir fiziksel değişime sebebiyet vermez (Abad vd., 1997). Birçok organik çözücü ile tamamen karışabilme özelliği vardır ancak inorganik maddelerin furfural içindeki çözünüm oranları, genellikle çok az bir düzeydedir. Furfural oksijensiz ortamda ısıya karşı çok kararlıdır. 230°C'ye kadar sıcaklık etkisinde, renk dışında fiziksel özelliklerinde önemli bir değişiklik görülmez (Mark vd., 1984). Ateş alma özelliği bakımından furfural, gaz yağına benzemektedir. Kimyasal reaktivitesinden dolayı furfural kuvvetli asit veya bazlarla karıştırılmamalı ve kuvvetli oksitleyici maddeler ile yan yana bulundurulmamalıdır (Coca ve Diaz, 1980).

Furfural üretiminde hammadde olarak hemiselülozik beş karbonlu pentoza kullanılır. Furfural üretiminde pentoza miktarı zengin olan hammaddeler tercih edilir. Tarımsal atıklar da pentoza içeriği yüksek olduğu için furfural üretiminde kullanılmaktadır. Ancak kurulan fabrikanın ekonomik açıdan verimli olması için hammaddenin fabrikaya yakınlığı, fazla miktarda bulunabilmesi, ucuz olması ve kuru bazda furfurale çevrilebilir pentoza içeriğinin en az % 20–24 civarında olması gerekir. Furfural; furfural alkol, furan, tetrahidrofuran vb birçok reçinenin hammaddesini içerir (Zeitch, 2000). Furfural içeren reçineler diğerlerine göre korozyona karşı yüksek direnç, yüksek karbon verimi, yüksek sıcaklıkta kararlılık, düşük yangın tehlikesi ve mükemmel fiziksel dayanıklılık gösterirler. Bu özelliklerinden dolayı dökümhaneler de kalıp yapımı, fiberglass kompozitleri, çimento, plastik yalıtım köpükleri refrakter karışımları, yüksek karbon kompozitleri gibi birçok endüstriyel alanda kullanılmaktadır (DPT, 1990).

Furfural orta derecede zehirli bir maddedir. Bazı yiyecek ve içeceklerde doğal olarak bulunduğu için, ABD'de Milli Kanseri Enstitüsü tarafından fareler üzerinde test edilmiştir. Son mutajenik araştırmalarında furfural ve diğer furan türevlerinin aktifliği konusunda bir delil elde edilememiştir. Furfural'ın deri ile etkileşiminde, ancak 500 mg/kg'a kadar ölüme neden olmadığı tavşan deneyleri ile gösterilmiştir. Birkaç furfural damlasının, tavşanlardaki standart deneylerde

önemli rahatsızlıklara neden olduğu, ancak iyileşmez bir hasar bırakmadığı gözlenmiştir (Mark vd., 1984).

Furfuralın seçici çözücü olarak en önemli uygulamaları arasında petrol rafinasyonunda, gas-oil ve dizel yakıtlarında, doymuş hidrokarbonların doymamış hidrokarbonlardan ayrılması; yapay kauçuk yapımı için bütadien ve diğer C4 hidrokarbonların özütlemeli damıtılması ve açık renkli odun rozinlerinin eldesi uygulamaları verilebilir (Abad vd., 1997). Antrasinin rafinasyonunda, hem çözücü hem de işlenmesinde yardımcı olarak görev görür. Furfural çeşitli furfuril alkol reçineleri ve fenol-aldehit reçinelerinin bir bileşeni olarak kullanılır. Ayrıca zımpara taşlarının yapımında bağlayıcı olarak, fenol ile birlikte kullanılır. Furfural ile pirolun viskoz bir kopolimerinin oksijensiz ortamda pirolizi ile yüksek nitelikte karbon lifler üretilir. Bu liflerin diğer grafit liflere göre mekanik kuvvetleri, oksidasyona karşı dirençleri fazla ve özgül ağırlıkları daha düşüktür. Furfural; üre, formaldehit, fenol gibi maddelerle kondensasyon tepkimeleri ile çapraz bağlı reçine oluşturur ve patent literatüründe bu reçinelerin birçok uygulamaları bulunmaktadır (Keskin ve Sümer, 1984).

Furfural üretiminde hammadde olarak pentozan içeren yıllık bitki artıkları ile odun artıkları kullanılabilir. Furfural üretimi için hammadde olabilen en önemli yıllık bitki artıkları; mısır koçanı, pamuk çekirdeği kabuğu, yulaf kabuğu ve pirinç kabuğudur. Bu maddelerin pentozan içeriğinin en önemli bileşeni ksilandır. Ksilan bir miktar arabinan ile birlikte tahıl saplarının ve taneciklerinin %25-30'unu içerir. Yapraklarını döken ağaç odununda bu oran, %15-25 ve iğne yapraklı ağaç odununda %5-15'tir. Kuramsal olarak pentozan içeren maddelerin birçoğunun furfural üretiminde kullanılabileceği düşünülebilir. Ancak ekonomik bir üretim için; kullanılacak hammaddenin kuru bazda en az %18-20 pentozan eşdeğeri furfural içermesi gerekmektedir (Sarioğlu, 2000). Ayrıca furfural fabrikasına uzaklık da, hammadde seçiminde önemli bir etkidir. Tüm bunların sonucunda; mısır koçanı, yulaf kabuğu ve pirinç kabuğu ticari değeri olan en önemli hammaddeler olarak sıralanabilir (DPT, 1990).

4.5.2 Furfural Pazarı

Furfural şeker kamışı, mısır koçanı, talaş gibi çeşitli biyokütle ürünlerinden üretilen bir birleşendir. Aynı zamanda sentezlenebilen bir kimyasal olan furfural, yenilenebilir biyokütle ürünleri için oldukça önemli bir yapı kimyasalıdır. Özellikle son birkaç yıldır petrol fiyatlarının hızla yükselmesi sebebi ile furfural

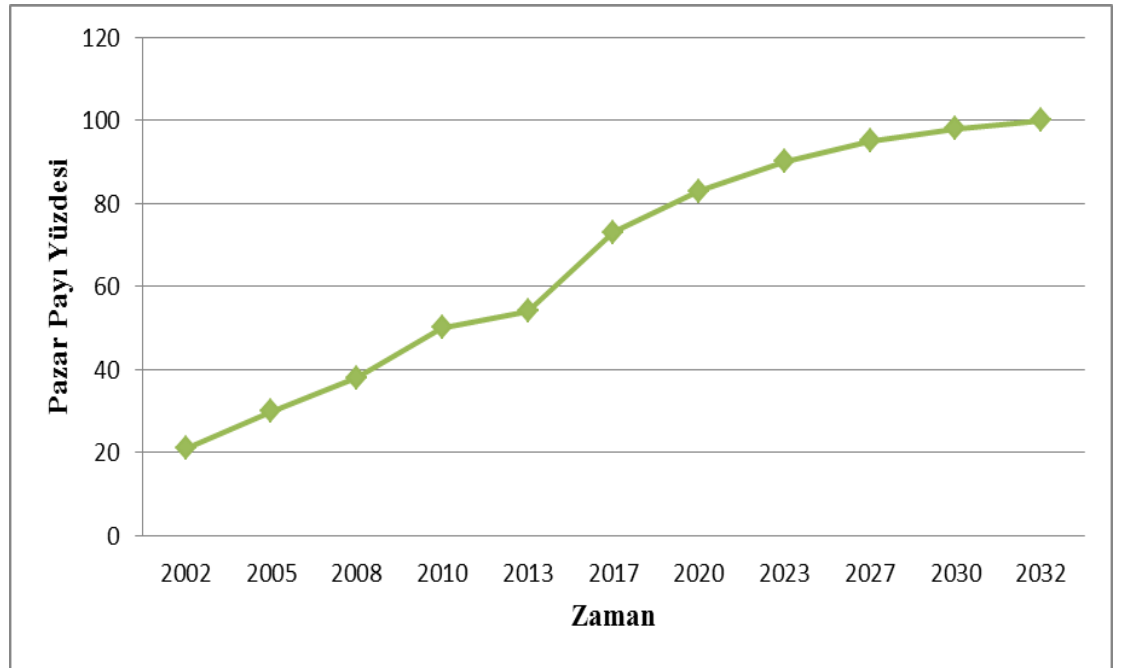
çok büyük bir önem kazanmıştır. Bu durumun temel sebepleri furfuralın bir çok alanda kullanılabilir olması, biyokütle ürünlerinden üretilebilir olması ve fiyatının oldukça düşük olmasıdır. Küresel ısınma ve çevreye dost kimyasalların üretiminin önemi gibi çevresel etmenler biyo tabanlı furfural üretiminin bir trend halini almasını sağlamaktadır. Büyük bir hızla büyüyen bu pazar, bir çok ülkede büyük yatırımlar almış ve önem kazanmaya devam etmektedir. Furfural üretimindeki en baskın ülke ise Çin' dir. Çin yaklaşık olarak küresel biyo tabanlı furfural üretim kapasitesinin yaklaşık %75 ine hakimdir. Dünyada bu pazara %85 oranında hakimiyet kurmuş üç ülke vardır Bu ülkeler sırası ile Çin, Güney Amerika ve Dominik Cumhuriyetidir (IEA, 2007; Clark, 2014; Soare ve Kersh, 2014).

Küresel furfural pazar değerinin 2020 yılında 1 milyar 200 milyon dolar olması beklenmektedir (Transparency, 2015). Furfural pazarında en yaygın üretim alanı furfuril alkol ve tetrahidrofurfuraldır. Bu iki kimyasal 2013 yılında furfural pazarının yaklaşık olarak %86,3' üne sahiptir. Kurulan uygulama alanları, yatırımlar ve biyo kökenli furfural üretiminin öneminin artması sebebi ile furfural üretiminin 2014 ve 2020 yılları arasında yaklaşık %13,3 oranında büyümesi beklenmektedir. Küresel furfural pazar talebi yaklaşık olarak, 300 kilo ton civarında olmakla beraber farklı raporlarda bu değer 2020 yılında yaklaşık olarak 625,5 kilo ton olması beklenmektedir (Grandwievresearch, 2015). Tayland, Endonezya ve Hindistan' ında pazarın büyümesinde büyük etkileri olacağı düşünülmektedir. Uluslararası enerji ajansının 2007 ila 2012 yılları arasındaki dönem için yapmış olduğu çalışmada, dünya genelindeki furfural üretiminin yaklaşık olarak yıllık 200 bin ton civarında olduğu, bu üretim miktarının %60 ila %70 arasında furfuril alkol ve tetrahidrofurfural içerdiği belirtilmektedir (IEA, 2007).

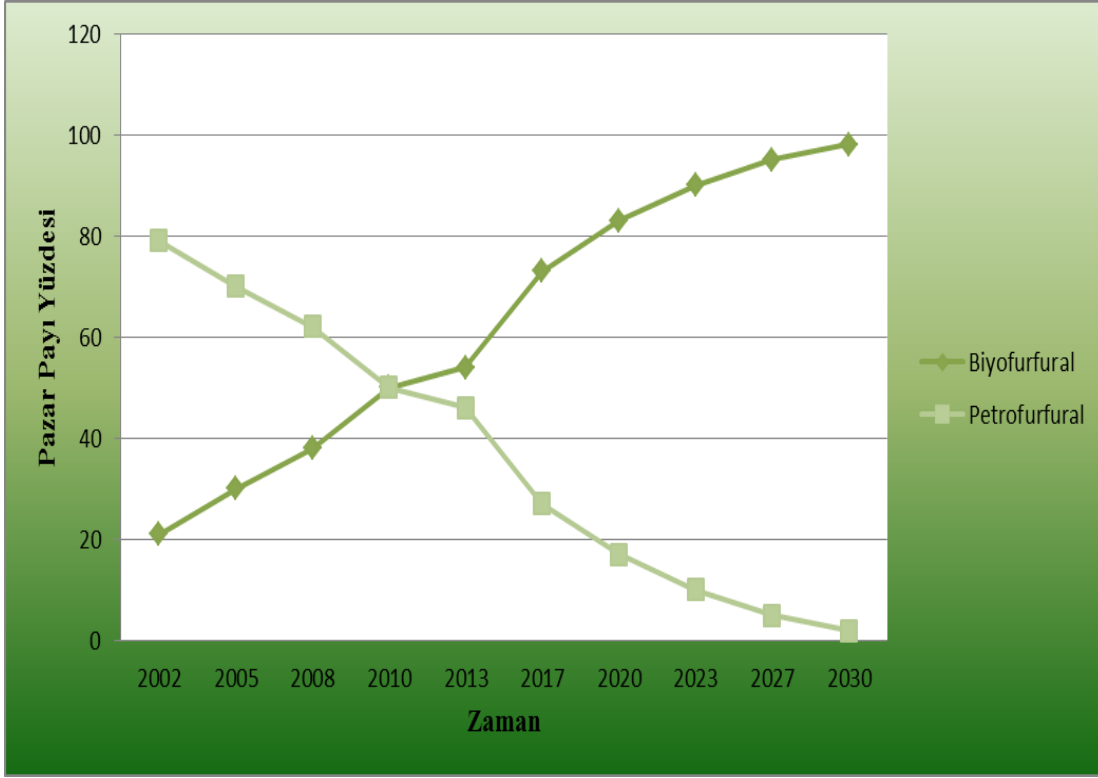
4.5.3 Biyo kökenli furfural ve petrol kökenli furfural uygulaması

Furfural bir çok farklı biyokütleden üretilebilen, aynı zamanda sentezlenebilen bir kimyasaldır. Petrolden de elde edilebilen furfural açısından biyokütle bazlı üretiminin talebi oldukça yüksek olmakla beraber, gelecekte bu yükselmenin daha da hızlanacağı tahmin edilebilmektedir. Biyokütlenin genel özelliği olan çevre bilinci avantajı ve artan öneminin teknoloji ile desteklenmesi sonucu üretim maliyetlerinde ki düşüş furfurala da çok büyük oranda bir yönelim olmasını sağlamıştır. Geçmişe dayalı yapılan birçok araştırmada furfuralın pazara giriş yılı 2002 olarak belirtilmiştir. 2012 yılında %50 pazar payına sahip olan biyo

kökenli furfuralın pazar artış oranı % 1.9 olarak hesaplanmıştır (IEA, 2007; Clark, 2014; Soare ve Kersh, 2014; Transparency, 2015). Ancak özellikle son yıllarda furfuralın üretiminin oldukça arttığı ve yıllık pazar payı artışının yaklaşık %3.2' lere ulaştığında gözlemlenmiştir. Çeşitli tahminlerin yapıldığı furfuralın, fisher pry yöntemi ile analizi sonucunda Şekil 4.11'de de görülebildiği şekilde 2032 yılında biyokökenli furfural pazar hakimiyetini kazanacaktır. Şekil 4.12'de furfural pazarının petrol ve biyo kökenli olarak dağılımının yıllara göre gelişim karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 4.11 Biyofurfural, Fisher Pry uygulaması



Şekil 4.12 Biyokökenli ve petrol kökenli furfural pazar payı karşılaştırması

5. TARTIŞMA

Biyo kaynaklı ürünler biyolojik tabanlı maddelerden ve yenilenebilir kaynaklardan üretilen ürünler anlamına gelmektedir. Biyo tabanlı kimyasallar, atıklar, tarımsal ürünler ve orman ürünlerinden üretilen kimyasallardır. Bu kimyasallar endüstriyel üretim için temel kimyasallardır. Uzmanlar 2040-2050 yıllarına kadarki süreçte Dünya petrol rezervlerinin tükeneceğini tahmin etmektedirler.

Yapılan bibliyometrik çalışma sonucunda, teknolojik trendlerin patentleri incelendiğinde, patent sayısına göre çalışma oranı en yüksek olan alan 36 patent sayısı ile kimyasal karışımlardan istenilen kimyasalın üretilmesi için proste enzim veya fermentasyonun kullanılması konusudur. Patent sayısı 15 olan selülozun teknolojik üretimi çalışmaları da oldukça yaygın görülmektedir. Mikro organizma ve enzim uygulamaları ile ilgili patent sayısı 15'dir (Çelikaş vd., 2014).

Literatüre göre biyorafineri araştırmaları 1980’li yıllarda başlamış, 2000’li yılların başında ise büyük bir gelişim yaşamıştır. Yapılan öngörü araştırmalarına göre biyorafineri alanında yapılan araştırmalar gelecekte uluslararası bir konu haline alacaktır. Yapılan araştırmaların yaklaşık %9.5 i “Biosource Technology” dergisinde yayınlanmıştır. En üretken kurum Michigan Devlet Üniversitesidir. Bilimsel makaleler bazında en çok yayın çalışmasına ABD sahiptir ve sırasıyla Kanada, İşpanya, Çin ve İngiltere takip etmektedir. Yedi büyük sanayi ülkesi biyorafineri konusuna oldukça önem vermektedir, enerji gerekliliği ve sürdürülebilirliğin önemi gelişen ülkeler açasından bu konunun oldukça ön planda olmasını sağlamıştır. Uluslararası iş birliklerine gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler hakim bir konumdadır. 1981 ve 2012 yılları arasında yapılan uluslararası iş birliklerine %42 oranında ABD, Çin, İngiltere ve Kanada ortaklıkları hakimdir. Bu ülkeler aynı zamanda biyorafineri araştırmalarına liderlik etmektedirler. Fosil enerji kaynaklarının azalması, sera gazı emisyonunun artması, petrol fiyatlarının kontrol edilemez bir şekilde artması ve tükenmeyecek, sürdürülebilir olan enerjiye olan ihtiyaç, araştırmacıları yeni, yenilenebilir ve sürdürülebilirliği olan enerji kaynakları bulmaya zorlamaktadır. Yayın çalışmaları, patent sayıları ve uluslararası iş birliklerine bakıldığı zaman bu alandaki çalışmaların gelecekte çok popüler olacağı ve gelişeceği tahmin edilebilmektedir (Çeliktaş vd., 2014).

Kimya endüstrisi bu durumun getirisi olan fiyat yüksekliğine şahit olmaya başlamıştır. Günümüz şartlarında %80 oranında kimyasal, fosil tabanlı üretimden elde edilmektedir. Ancak biyo tabanlı kimyasallara talep oldukça fazlalaşmış ve hızla artmaya devam etmektedir. Alternatif olarak üretilen bu kimyasallar, ülkeler tarafından oldukça büyük bir avantaj ve kurtarıcı olarak görölmektedir. Günümüzde biyotabanlı plastik, boya, kozmetik ilaç ve benzeri ürünler anlamında yeni bir düzen oluşmaya başlamıştır.

Biyo kimyasal ve polimer üretiminin tahmini miktarı dünya genelinde 50 milyon ton olarak hesaplanmış ve pazar payı değerinin de 3.6 milyar dolar olduğu bir çok kaynak ve araştırma şirketi tarafından belirtilmiştir. Oldukça önemli bir sektör olan biyoplastik sektörünün 2021 yılına dek, yıllık olarak her yıl % 10 ve daha üstü bir miktarda artması beklenmektedir. “The World Wid Fund for Nature” 2030 yılı için yaptığı araştırmada, biyokimyasal üretiminin artması durumunda bu sürçte atmosfere yayılacak karbondioksit miktarının 660 milyon tonluk bir kısmına engel olunabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Almanya’da Nova Enstitüsünün yaptığı araştırmaya göre, 2011 yılında 3.5 milyon ton olan biyopolimer üretimi 2020 yılında 12 milyon ton olacaktır.

Dünya geneline bakıldığında popülasyon sebebi ile Çin ve Hindistan gibi ülkelerde çok büyük bir enerji ve materyal talebi vardır. Özellikle çok hızlı ekonomik değişimler yaşayabilen bu ülkelerde petrol kökenli kimyasalların yerini biyo kökenli kimyasalların alması oldukça muhtemeldir.

Biyokimyasalların kullanım anlamında oldukça avantajı vardır. Bu avantajları kaynakların sürekliliğinin olması, fosil kaynakların ileriki yıllarda talebe cevap veremeyecek olması ve alternatifinin biyokimyasallar olması, çevre açısından oluşan küresel endişeye karşı bir çözüm oluşturması, petrol fiyatlarındaki yükselişler, biyo kökenli üretime talebin hızla artıyor olması, sera gazı emisyonu açısından oluşan faydaları, biyokimyasal üretim maliyetinin gelişen teknoloji ile daha düşük bir düzeye çekilmesi sayılabilir. Bu sebeplerden ötürü birçok firma farklı ortaklıklar kurmakta, ülkeler anlaşmalar ve yatırım destekleri sağlamaktadır. Bu yatırımlar ve ortaklıklar sayesinde hızla gelişen teknoloji, biyo bazlı kimyasal üretimini daha da hızlandıracak ve petrolden yapılan üretimin yerini alması sağlanacaktır. Yapılan tahminlemelerde, bu sürenin çok uzak olmadığı görülmektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Dünyadaki nüfus artışı, sanayileşme ve bilimsel faaliyetlerin gelişmesi ile enerjiye olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Günümüzde ihtiyaç duyulan enerjinin büyük bir kısmı hala fosil kaynaklar kullanılarak elde edilmektedir. Fosil kaynakların ömürlerinin yapılan araştırmalar sonucu çok uzun vadeli olmayacağının ortaya çıkması, bunun getirisi olarak çıkacak muhtemel enerji sorunları ve fosil kaynakların kullanımı sonucu çevreye verilen zararın farkındalığının giderek artması yenilenebilir, çevre dostu ürünlerin, enerji kullanımlarının ve doğal biyokütle ürünlerinden elde edilen kimyasalların değerinin giderek artmasını sağlamış ve ön planda tutulmaya başlanmıştır.

Bu durumun getirisi, sürekliliği olacak bir ürün ve enerji yelpazesinin yanı sıra çevreye verilen zararın da minimize edilmesi anlamı taşımaktadır. Biyokütle kavramının git gide öneminin artması, biyorafineri yöntemleri ile üretilen ürünlerinin değerlendirilmesini ve büyük bir ekonomi halini almasını sağlamıştır. Biyo kökenli kimyasalların üretimi, günümüzde henüz petrol ve türevleri bazında olan üretim miktarına yetişememek ile birlikte yaklaşık olarak %20lik bir kısmını oluşturmaktadır. Ancak çeşitli araştırma şirketleri ve firmalar tarafından öngörü

alışmaları ve tahminlemelerde ileriki yıllarda, biyo bazlı üretimin pazara büyük bir ölçüde hakimiyet sağlayacağı öngörülmektedir.

Yenilenebilir biyolojik kaynak üretimi ve bu kaynağın sürdürülebilir biçimde kullanılması yönünde hızla artan talepler ve ülkelerin yapmış olduğu yatırımlar, yapılan öngörülerini destekler niteliktedir. Biyo kökenli kimyasal üretiminin küresel pazar değeri yaklaşık olarak 180 milyar dolar olduğu çeşitli kaynaklarda belirtilmekte ve bu değerin 2025 yılında yaklaşık 640 milyar dolara çıkacağı tahmin edilmektedir. Ayrıca 2090 yılında dünya genelindeki hedef, bütün kimya sektörünün biyo kökenli olması yönündedir.

Bu tez çalışmasında seçilen biyorafineri ürünleri (süksinik asit, propanediol, laktik asit ve furfural) ile ilgili bir öngörü çalışması yapılmıştır.

Geçmişe dayalı verilerin, pazar paylarının ve büyüme oranlarının incelenmesi ve kullanılan yöntem formülünün uygulanması ile çıkan sonuçlarda 10 ila 20 yıllık bir süreç sonunda bu kimyasalların pazar hakimiyetine sahip olacakları öngörülmektedir. Yapılan araştırma ve karşılaştırmalar sonucu biyokimya pazarının öneminin ve gelişiminin hızla arttığı açıkça görülebilmektedir. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yapılacak olan uluslararası iş ortaklıkları ve firmalara yapılan devlet teşvikleri biyo kökenli kimyasal üretiminin gelişimini ülkeler bazında arttıracaktır. Firmalar 2000' li yılların başlarından itibaren biyokimya ile ilgili büyük yatırımlar yapmış, ortaklıklar kurmuş ve çalışmalar büyük bir hızla devam etmektedir.

Üretilen en eski (ticarileşme sürecinde farklılıklar yaşanmaktadır) biyokütle kökenli kimyasal olma özelliği taşıyan propanediol, günümüz şartlarında kullanım alanı açısından oldukça geniş bir yelpazeye sahiptir ve ayrıca üretiminin çok uygun olması sebebi ile bu kimyasala büyük bir yönelme söz konusudur. Yapılan uygulama sonucunda kimyasalın 2035 yılında pazar hakimiyeti sağlayacağı öngörülmüştür. Aynı şekilde süksinik asit için 2021, laktik asit için 2029 ve furfural için 2032 yılları kimyasalların pazar hakimiyeti sağlayacağı yıllar olarak öngörülmüştür.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abad, S., Alonso, J. L., Santos, V. and Parajo J. C.**, 1997, Furfural from wood in catalyzed acetic acid media: a mathematical assesment, *Bioresource Technology*, 62(30):110-115p.
- Akmut, Ö., Aktaş, R. ve Binay, S. H.**, 1999, Ankara, Öngörü Teknikleri ve Finansal Uygulamaları, Baskı 1, 3s.
- Anderson, P., Tushman M.**,1990, Technological discontinuities and dominant dominant designs: acyclical model of technological change ,*Administrative Science Quarterly*, 634p.
- Aravantinos, E., and Fallah M.**, 2006, A methodology to improve the mobile diffusion forecasting: the case of Greece", *Proc'of the "Networks for Innovations"*, ISPIM, Greece, 135p.
- Al, U.**, 2012, Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Dergisi, 61(40):273-286s.
- Al, U. ve Coştur, R.**, 2007, Turk Psikoloji Dergisi'nin bibliyometrik profili., *Türk Kütüphaneciliği*, 21(2) :142-163s.
- Alemdağ, İ. S.**, 1980, Manual of Data Collection and Processing for the Development of Forest Biomass Relationships, Petawawa National Forest Institute, Canadian Forest Service, Information Report, 38 p.
- Alcantara, A. N.**, 2002, Population projections without trying. Data Users Conference, 2002, <http://bber.unm.edu/presentations/projections.pdf>, (Erişim Tarihi: 08 Aralık 2014)
- Aspinal, G. O.**, 1970, Polysaccharides, Pergamon Press Headington Hill Hall, Oxford, 438p.
- Ayres, R.U.**, 1994, Toward An On-linear Dynamics Often Technological Progress *Journal of Economic Behavior and Organization*, 69p.
- BAKA**, 2012, Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı, Biyokütle Raporu, Eylül, 1s
- Bay, B.**, 2005, Çeşitli Bitkisel Atıkların Karbonizasyonu, İstanbul Teknik Üniversitesi, Enerji Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 26s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Beauprez, J.**, 2010, Metabolic Modelling and Engineering of Escherichia coli for Succinate Production, PhD Thesis, Ghent University, 274p.
- Berkhout, F. and J. Hertin J.**, 2003, Foresight Future Scenarios, Developing and Applying a Participative Strategic Planning Tool, Greener Management International, 52s.
- Birinci, H.G.**, 2008, Turkish Journal of Chemistry'nin bibliyometrik analizi., Bilgi Dünyası, 9(2):348-369s.
- Blackburn, R.S.**, 2005, Biodegradable and sustainable fibres, Woolhead Publishing Limited, 12p.
- BP**, 2014, BP Statistical Review 2014,
<http://euanmearns.com/global-energy-trends-bp-statistical-review-2014/>
 (Erişim Tarihi: 10 ocak 2015)
- Clark, S.**, 2014, Global Bio Succinic Acid Market (Applications and Geography) - Size, Share, Trends, Analysis, Research, Future Demand, Scope and Forecast, 2013 – 2020,
<http://www.alliedmarketresearch.com/bio-succinic-acid-market>, (Erişim Tarihi: 7 Ocak 2014)
- Coca J. and Diaz R.**, 1980, Extraction of furfural from aqueous solutions with chlorinated hydrocarbons , Journal of Chemical and Engineering Data, 25 (1): 80-83p.
- Christensen, C.**, 1999, Innovation and the General Manager, IrwinMcGraw Hill, NewYork, 1p.
- Christopher L. P., DeVaux, L. C. and Upadhyaya, B. P.**, 2014, Metabolic engineering as a tool for enhanced lactic acid production, Trends in Biotechnology, 32(12):637–644p.
- Çeliktaş, M.S.**, 2012, Biyorafineri Sistemlerine giriş ders notları, Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü, İzmir
- Çevreonline**, Biyoyakıtlar, 2014, <http://cevreonline.com/yakitlar/bioyakitlar.htm>,
 (Erişim Tarihi: 3 haziran 2014)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Dammer L., Carus M., Raschka A. and Scholz L.,** 2013, Market Developments of and Opportunities for Biobased Products and Chemicals, Germany, 12p.
- Daniel G. De La Torre Ugarte, B. C. E., Chad M. Hellwinckel, R. Jamey Menard, and Marie E. Walsh.,** 2007, Economic Implications to the Agricultural Sector of Increasing the Production of Biomass Feedstocks to Meet Biopower, Biofuels, and Bioproduct Demands The University of Tennessee Knoxville, 15p.
- Daniel R., Stuertz K. and Gottschalk G.,** 1995, Biochemical and molecular characterization of the oxidative branch of glycerol utilization by *Citrobacter freundii*, Journal of Bacteriology 177(110):4392-4401p.
- Demirtaş, A.,** 2009, Biofuels: securing the planet's future energy needs, Springer, London
- Doğan Ü.,** 2014, Öngörüleme,
[http://kisi.deu.edu.tr/uzeyme.dogan/dosyalar/Ongoruleme_\(tahminleme\)_1.pdf](http://kisi.deu.edu.tr/uzeyme.dogan/dosyalar/Ongoruleme_(tahminleme)_1.pdf),
 (Erişim Tarihi: 20 Ağustos 2014)
- D.P.T.,** 1990, Furan ve Türevleri Kimyasal Madde Araştırması, T.C. Başbakanlık D.P.T. Müsteşarlık Araştırma Grubu Başkanlığı , Ankara, 31s
- Durmaz, H.,** 2011, Süksinik Asidin Sıvı Membranlarla Ekstrasyonu, Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya, 35s.
- Dusselier M., Van Wouwe P., Dewaele A., Makshina E. and Sels B.F.,** 2013, Lactic acid as a platform chemical in the biobased economy: the role of chemocatalysis, Energy Environment Science ,10(6):1415-1442p.
- Efe, E.,** 1990. Büyüme Eğrileri. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Adana, 36s
- Foster, R. N.,** 1986, Innovation: TheAttacker's Advantage Summit Books, New York, 124p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Forsman, M.**, 2008, Do we need a qualitative approach in bibliometric studies?,
http://www.uta.fi/conference/nwb2008/esitykset_pdf/Forsman,%20M.pdf
 (Erişim Tarihi :10 Aralık 2014)
- Garfield, E.**, 1972, Citation Analysis as a tool in journal evaluation. Science, 178(75): 471-479.
- Grandviewresearch**, 2014, Bio Succinic Acid Market Analysis And Segment Forecasts To 2020,
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/bio-succinic-acid-market> (Erişim Tarihi: 25 Kasım 2014)
- Grandviewresearch**, 2014, Furfural Market - Global Industry Analysis, Market Size, Share, Growth, Trends And Forecast, 2012 – 2018,
<http://www.marketresearchreports.biz/analysis/166546>, (Erişim Tarihi: 10 Ocak 2015)
- Grandviewresearch**, 2014, Lactic Acid And Poly Lactic Acid (PLA) Market Analysis By Application (Packaging, Agriculture, Transport, Electronics, Textiles) And Segment Forecasts To 2020,
<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/lactic-acid-and-poly-lactic-acid-market>
- Gonzalez-Pajuelo, M., Andrade, J. C. and Vasconcelos, I.**, 2005, Production of 1,3-propanediol by Clostridium butyricum VPI 3266 in continuous cultures with high yield and productivity, J Ind Microbiol Biot, 32 (9):391-396p.
- Gümüşderelioğlu, M.**, 2012, Biyoplastikler , Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- Habitatkalkınma**, 2014,
<http://habitatkalkinma.org/dl/kaynaklar/yayin/TemizEnerjiYayinlari/Biyokutle.pdf> (Erişim Tarihi: 25 Eylül 2014)
- Hanke, John E. and Reitsch G.**, 1992, Business Forecasting, Allyn and Bacon, Needham Heights, Boston, 54p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Haydaroğlu, Ş.**, 2008, Selection and Utilization of Criteria For Process Development In Green Production of Organic Chemicals, Middle East Technical University, Ankara ,76p.
- He, H., Gong, C.S. and Tsao, G.T.**, 2002, Production of 1,3-propanediol by Klebsiella pneumoniae, Applied Biochemistry and Biotechnology, 98(100): 687-698p.
- Hegarty, R.M. and Macridakis S.**, 1981, Forecasting and planning: an evaluation, Management Review, 48p
- Hermann, B. G., Patel, M. K.**, 2007, Life Cycle Assessment of Packaging Films. Confidential report, Utrecht University, Utrecht.
- Hyndman, R. J.**, 2004, The interaction between trend and seasonality ,International Journal of Forecasting, 561-563p.
- Hyon, S., Jamshidi, K. and Ikada, Y.**, 1997, Synthesis of polylactides with different molecular weights. Biomaterials, 1503-1508p.
- Huang, H.E.**, 2002, A Biological Process for the Production of 1,3-Propanediol by Klebsiella pneumoniae, PhD Thesis, Purdue University, 163p.
- IEA**, 2007, Tracking Industrial Energy Efficiency and CO2 Emissions, IEA Publication, International Energy Agency (IEA), Paris, 34p.
- Jacobsem, S., Degée P. and Fritz H.G.**, 1999, Polylactide (PLA) - A new way of production. Polymer Engineering Science, 1311-1319p.
- Karaosmanoğlu, F.**, 2006, Biyoyakıt teknolojisi ve GTÜ araştırmaları, ENKÜS 2006- GTÜ Enerji Çalıştayı ve Sergisi, İstanbul, 125s.
- Karasözen, B., ve Bayram, Ö.**, 2008, 1997-2006 Türkiye Bilim Göstergeleri Analizi,
www.yok.gov.tr/bilimselgostergeler/bilimselanaliz.pdf (Erişim Tarihi: 2 Aralık 2014)

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Karayılmazlar S., Saraçoğlu N., Çabuk Y. ve Kurt R.**, 2011, Biyokütlenin Türkiye’de Enerji Üretiminde Değerlendirilmesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 19(13):63-75s.
- Kayim, H.**, 1985, istatistiksel Ön Tahmin Yöntemleri, H. Ü. İİBF, Ankara, 1 s.
- Keskin İ., ve Sümer M.**, 1984, Furfural, Türkiye Kimyasal Sektör Araştırması, Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Yayınları, İstanbul, 52s.
- Klass, D.L.**, 1998, Biomass For Renewable Energy, Fuels And Chemicals, Academic Press, London, Bölüm 5-9, 12s.
- Kocar G. ve Celiktaş M. S.**, 2011, Technology foresight. Ege Üniversitesi Yayınları, İzmir, 72s.
- Kricheldorf, H.R.**, 2001, Syntheses and application of polylactides. Chemosphere. 43(27):49-54p.
- Koutsoyionnis, A.**, 1989, Ekonometri Kuramı, Çev: Şenesen, U., Şenesen, G.G., Verso Yayınları, Ankara , 36s.
- Kuperman, V.**, 2006, Productivity in the Internet mailing lists: A bibliometric analysis, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 57(15): 51-59p.
- Liu, H., Ou, X., Zhou, S. and Liu, D.**, 2010, Microbial 1,3-propanediol, its copolymerization with terephthalate, and applications, Plastics From Bacteria: Natural Functions and Applications, Springer, New York, 425p.
- Lipinsky, E. S. and Sinclair, R. G.**, 1986, Is lactic acid a commodity chemical?. Chem. Eng. Prog., 82(8):26-32p.
- Maervoet, V.E.T., De Mey, M., Beauprez, J., De Maeseneire, S. and Soetaert, W.K.**, 2011, Enhancing the microbial conversion of glycerol to 1,3- propanediol using metabolic engineering, Organic Process Research & Development, 15:189-202p.
- Mark H. F., McKetta J.J. and Othmer D. F.**, 1984, Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology , Interscience, New York, 501-510p.
- Marketsandmarkets**, 2015, Succinic Acid Market by Source (Petroleum and Bio-based), Application (1,4 BDO, Polyurethane, Food, Resins, Coatings,

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Pigments, Plasticizers, Pharmacy, De-icer solutions, PBS, PBST, Solvents & Lubricants, Cosmetics, Others) - Global Trends & Forecast to 2019,

<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/succinic-acid-market-402.html> (Erişim Tarihi: 5 Ocak 2015)

Marketsandmarkets, 2014, Lactic Acid Market by Application (Biodegradable Polymer, Food & Beverage, Personal Care & Pharmaceutical) & Polylactic Acid Market by Application (Packaging, Agriculture, Automobile, Electronics, Textile) & Geography - Global Trends & Forecasts to 2019,

<http://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/polylacticacid-387.html> (Erişim Tarihi: 13 Ocak 2015)

Martin, B. R., 1995, Technology Analysis and Strategic Management, Vol. 7, No: 2., 5p.

Mahmoud, E., 1989, Combining forecasts: Some managerial issuesOriginal Research Article International Journal of Forecasting, Vol. 5, No: 4, 599-600 p.

Michelson, S., Glicksman, A. S. and Leith, J. T., 1987, Growth in solid heterogeneous colon adenocarcinomas: comparison of simple logistical models. Cell and Tissue Kinetics, 20, 343-355p.

Modis T., 1992, Predictions-Society's Telltale Signature Reveals the past and Forecasts the Future, Simon & Schuster, New York

Németh, A., and Sevelia, B., 2008, Development of a new bioprocess for production of 1,3-propanediol I.: modeling of glycerol bioconversion to 1,3-propanediol with Klebsiella pneumoniae enzymes. Applied Biochemistry and Biotechnology, 144:47-58p.

Nilsson L., and Gram L., 2002, Improving the control of pathogens in fish Products. ,In: Safety and quality issues in fish processing. Crc pres, 12p.

OECD, 2009, OECD Annual Report, OECD Publishing, Paris, France

Peterka, V., 1977, “Macrodynamics of Technological Change: Market Penetration by New Technologies”, Access to Energy Newsletter Archive, <http://www.accesstoenergy.com/view/atearchive/s76a4117.htm> (Erişim

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

tarihi: 7 temmuz 2014)

- Pritchard, A.**, 1969, Statistical bibliography or bibliometrics?, Journal of Documentation, 25(12): 348-349p.
- Prnewswire**, 2015, Lactic Acid Market and Derivatives 2016 Forecasts (Global, China) in New Research Report,
<http://www.prnewswire.com/news-releases/lactic-acid-market-and-derivatives-2016-forecasts-global-china-in-new-research-report-279286152.html>
- Rennie, D.**, Yank, V., Emanuel, L., 1997, When authorship fails.A proposal to make contributor saccountable, JAMA, 278(180): 579–585p.
- Rousseau, R.**, 1988, Citation distribution of pure mathematics journals. L. Egghe & R. Rousseau, Elsevier Science Publishers B.V., 88(87):249-260p.
- Sandland, R. L. And Mcgilchrist, C. A.**, 1979, Stochastic Growth Curve Analysis, Biometrics, 35(24):255-271p.
- Saraçoğlu, N.**, 2006, Enerji Ormancılığının Kırsal Kalkınmaya Katkısı, Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi, 26-28 Mayıs 2006, 8s.
- Saraçoğlu N., Mutlu S. F., Dilmaç G. ve Çavuşoğlu H.**, 1998, A Comparative Kinetics Study of Asidic Hemicellulose Hydrolysis in Corn Cob and Sunflower Seed Hull, Biosource Technology, 65(53): 29-33s.
- Sarioğlu, F.**, 2000, Ayçiçeği Tohum Kabuklarından Sıvı Özütlemeli Yöntemle Furfural Üretimi İçin Optimum Koşulların Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 48s.
- Saxena, R. K., Anand, P., Saran, S. and Isar, J.**, 2009, Microbial production of 1,3-propanediol: Recent developments and emerging opportunities, Biotechnol Adv, 27 (6):895-913p.
- Sawyer, D.J.**, 2003, Bioprocessing - No Longer a Field of Dreams. Macromol. Symp. 201(154): 271-281p.
- Schnute, J.**, 1981, Aversatile Growth Model With Stocastically Stable Parameters. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 38(9):1128-1140p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Schobert, H. H.**, 2002, Chemicals and materials from coal in the 21st century fuel, 81 (15):29-32p.
- Shepard, J. D.**, 2000, “A Structured Approach for Product Demand Forecasting”, Darnell Group, Inc.
- Soare, A. and Kersh, K.**, The bio based chemical industry though 2030 <http://www.slideshare.net/jokinidalgo/2014-the-bio-based-chemical-industry-through-2030-lux-research> (Erişim Tarihi: 20 Aralık 2014)
- Sladeshare**, 2014, Global Bio-succinic Acid Market 2014-2018, <http://www.slideshare.net/technavio/global-biosuccinic-acid-market-20142018>, (Erişim Tarihi: 12 Kasım 2014)
- Swewe**, 2014, Ekstrapolasyon, http://tr.swewe.net/word_show.htm/?36530_2&Ekstrapolasyon (Erişim Tarihi: 10 Haziran 2014)
- Taskila S. and Ojamo H.**, 2015, The Current Status and Future Expectations in Industrial Production of Lactic Acid by Lactic Acid Bacteria, <http://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/42322.pdf> (Erişim Tarihi: 15 Ocak 2015)
- Tekin, M.**, 2014, Yaşanılabilir bir dünya için biyo ekonomi <http://www.anadoludabugun.com.tr/yasanabilir-bir-dunya-icin-biyoekonomi-200yy.htm> (Erişim tarihi: 17 Kasım 2014)
- Transparencymarket**, 2015, Furfural Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends and Forecast, 2012 – 2018, <http://www.transparencymarketresearch.com/furfural-market.html> (Erişim Tarihi: 5 ocak 2015)
- TÜGIAD**, 2004, Türkiye’nin enerji sorunları ve çözüm önerileri, Ajans-Türk Basın ve Basım A.Ş., Ankara
- TÜBİTAK.**, 2001, Teknoloji Öngörüsü ve Ülke Örnekleri Çalışma Raporu, Ankara, 9s.
- Türe, S.**, 2001, Biyokütle Enerjisi, Temiz Enerji Vakfı, Ankara, 1-5s.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Vanston, J.**, 2002, “Five Views of the Future, a Strategic Analysis Framework”, White Paper, Technology Futures Inc., http://www.tfi.com/pubs/w/pdf/ti_fiveviews.pdf (Erişim tarihi :8 Temmuz 2014)
- Vert, M.**, Schwarch G. and Coudane, J., 1995, Present and future of PLA polymers. J. Macromol. Sci.. Pure., 32(4):787p.
- Weingart, P.**, 2005, Impact of bibliometrics upon the science system: Inadvertent consequences? Scientometrics, 62 (1):117-131p.
- White, E.C.**, 1985, Bibliometrics: From curiosity to convention, Special Libraries, 76(1):35-42
- Willke, T. and Vorlop, K.**, 2008, Biotransformation of glycerol into 1,3-propanediol, European Journal of Lipid Science and Technology, 110(70):831- 840 p.
- WWF**, 2011, World Wide Fund for Nature (Enerji Raporu, 2050 yılında %100 Yenilenebilir Enerji. http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/wwf_enerjiraporu.pdf
- Yalçın, H.**, 2010, Millî Folklor Dergisinin bibliyometrik profili (2007-2009), Millî Folklor, 22(85):205- 211s.
- Yesilekonomi**, 2014, <http://www.yesilekonomi.com/kuresel-elektrik-uretiminde-yenilenebilir-kaynaklarin-payi-yuzde-8.5e-ulasti> (Erişim tarihi: 16 Kasım 2014)
- Yuancai, L.**, Marques, P.C., and Macedo, W.F., 1997, Comparison of Schnute’s and Bertalanffy-Richards’ Growth Functions. Forest Ecology and Management 96(85):283-288 s.
- Zeitsch, K. J.**, 2000, The Chemistry and Technology of Furfural and its byproducts , New York, 14-20, 34, 234s. <http://www.slideshare.net/Grandiewresearch/global-furfural-market>,
- Zheng, Z. M.**, Hu, Q. I., Hao, J., Xu, F., Guo, N. N., Sun, Y. and Liu, D. H., 2008, Statistical optimization of culture conditions for 1,3-propanediol by

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Klebsiella pneumoniae AC 15 via central composite design, Bioresource Technol, 99 (5):1052-1056p.

ÖZGEÇMİŞ

Eda Kaya 31 Ağustos 1985 yılında İstanbul’ da doğmuştur. İlkokulu Eczacıbaşı ilköğretim okulunda, liseyi Hatice Bayraktar lisesinde okumuştur. Lisan eğitimini İstanbul Ticaret Üniversitesinde Endüstri Mühendisliği alanında yapmıştır. Bütün eğitim hayatı İstanbul’ da geçmiştir. Özel sektörde bir süre farklı pozisyonlarda çalıştıktan sonra yüksek lisans eğitimi almak üzere İzmir’e yerleşmiştir. 2012 yılında Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü Enerji Teknolojileri anabilim dalına kabul edilmiş ve yüksek lisans eğitimine başlamıştır.