

**T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**BORİK ASİTİN BETON KATKI HAMMADDESİ OLARAK
KULLANILMASI İLE ÜRETİM SÜREÇLERİNDE VE MALİYET
ÜZERİNDE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAZLI ÖZER

161403202

**Danışman Öğretim Üyesi
Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK**

İSTANBUL, Şubat 2018

**T.C.
MALTEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**BORİK ASİTİN BETON KATKI HAMMADDESİ OLARAK
KULLANILMASI İLE ÜRETİM SÜREÇLERİNDE VE MALİYET
ÜZERİNDE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAZLI ÖZER

161403202

**Danışman Öğretim Üyesi
Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK**

İSTANBUL, Şubat 2018

**T.C.
MALTEPE UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE
DEPARTMENT OF INDUSTRY ENGINEERING**

**INVESTIGATION EFFECTS ON COST OF RAW MATERIALS
AND PRODUCTION PROCESSES WHILE BORIC ACID USED
AS RAW MATERIALS OF CONCRETE ADDITIVES**

MASTER THESIS

NAZLI ÖZER

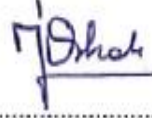
161403202

**Thesis Supervisor
Ydr. Doç. Dr. İlkün ORBAK**

İSTANBUL, February 2018

T.C. Maltepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

06.02.2018 tarihinde tezinin savunmasını yapan Nazlı ÖZER' e ait "Borik asitin beton katkı hammaddesi olarak kullanılması ile üretim süreçlerinde ve maliyet üzerinde etkisinin incelenmesi" başlıklı çalışma, Jürimiz Tarafından Fen Bilimleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Endüstri Mühendisliği Tezli Yüksek Lisans Programında Yüksek Lisans Tezi Olarak Oy Birliği/Oy Çokluğuyla Kabul Edilmiştir.



Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK
(Başkan)
(Danışman)



Yrd. Doç. Dr. Yavuz Boğaç TÜRKÖĞÜLLARI
(Üye)



Prof. Dr. Umut Rifat TUZKAYA
(Üye)

YEMİN METNİ

06/02/2018

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum "Borik asitin beton katkı hammaddesi olarak kullanılması ile üretim süreçlerinde ve maliyet üzerinde etkisinin incelenmesi" adlı çalışmanın, proje safhasından sonuçlanmasına kadar olan bütün süreçlerinde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın tarafımda yazıldığını ve yararlandığım bütün eserlerin "Kaynakça"da gösterilenlerden oluştuğunu, "Kaynakça" da yer alan bu eserlerden metin içinde atıf yaparak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.

Öğrenci Numarası
Adı-Soyadı
İmza



BORİK ASİTİN BETON KATKI HAMMADDESİ OLARAK KULLANILMASI İLE ÜRETİM SÜREÇLERİNDE VE MALİYET ÜZERİNDE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

ÖZET

Bor yarı iletken bir element olup, yer kürede az miktarda bulunmasına rağmen doğada rastlanan bazı bileşikleri belli yerlerde yüksek yoğunlukta bulunabilir. Türkiye dünya üzerindeki bor rezervinin %73'üne sahiptir. Türkiye'nin iç Anadolu ve batısı zengin boraks yataklarına sahiptir. Balıkesir'de Sultan çayırı ve Bigadiç, Eskişehir'de Seyitgazi (Kırka) ve Kütahya bölgeleri dünyanın en zengin bor yataklarını oluşturmaktadır.

Bor madeni sanayi de çok sayıda sektörde kullanım alanı mevcuttur. Bor madeni ile elde edilen boraks ve borik asit; özellikle nükleer alanda, savunma sanayisinde, jet ve roket yakıtı, sabun, deterjan, lehim, fotoğrafçılık, tekstil boyaları, cam elyafı tarım, metalurji sağlık ve kâğıt sanayinde kullanılmaktadır.

Bu çalışmada borik asidin beton katkı maddesi olarak Türkiye'nin farklı bölgelerinden alınan agregalar ve farklı tip çimentolar kullanılarak borik asit kullanımının taze beton ve sertleşmiş beton özellikleri üzerine etkisi incelenecektir. Üretim safhasında yapılabilecek süreçlerin gözden geçirilmesi ile sorunlu noktaların tespiti gerçekleştirilip bu süreçlerin optimizasyonunu sağlayarak zaman ve kalite açısından en uygun maliyet analizi incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Borik asit, geciktirici, hızlandırıcı, priz süresi, basınç dayanımı, beton katkısı, üretim maliyeti optimizasyonu

INVESTIGATION EFFECTS ON COST OF RAW MATERIALS AND PRODUCTION PROCESSES WHILE BORIC ACID USED AS RAW MATERIALS OF CONCRETE ADDITIVES

ABSTRACT

Boron is a semi-conductive element. Even though Boron is found in a small amount in earth some of the compounds found at high density in certain places. Turkey has 73% of the world's boron reserves. The richest borax places in the world are the central and western regions of Turkey. Sultançayırı and Bigadiç in Balıkesir, Seyitgazi (Kırka) in Eskişehir and Kütahya environs.

Boron minerals are used in a wide variety of jobs in the industry. Borax and boric acid are obtained from boron minerals; especially in the nuclear field, defense industry, jet and rocket fuel, soap, detergent, solder, photography, textile dyes, glass fiber agriculture, metallurgy health and paper industry.

In this study, the effect of boric acid is used as an admixture for concrete. The properties of fresh and hardened concrete will be examined by using aggregates and different types of cement from the different regions of Turkey.

Key Words: Boric Acid, retarder, accelerator, setting time, compressive strength, admixture of concrete, optimization of production.

ÖNSÖZ

Bu kılavuzun ilk taslaklarının hazırlanmasında emeği geçenlere, kılavuzun son halini almasında yol gösterici olan Sayın Yrd. Doç. Dr. İlkün ORBAK hocama, ARENA simülasyon programını kullanabilme konusunda yardımlarını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Yavuz BOĞAÇ TÜRKOĞULLARI hocama ve bu çalışmayı destekleyen Maltepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne içten teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca eğitimim süresince bana her konuda tam destek veren eşim Uğur Özer'e sevgilerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER	SAYFA
ÖZET	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
KISALTMALAR LİSTESİ	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
EKLER LİSTESİ	ix
1. AMAÇ	1
2. BOR	2
2.1. Bor Kullanım Alanları	3
2.1.1. Yanma Önleyici/Geciktirici Malzeme Olarak Kullanımı	3
2.1.2. Enerji Sektöründe Kullanımı	4
2.1.3. Tarım Alanında Kullanımı	4
2.1.4. Makine ve Metalürji Alanında Kullanımı	5
2.1.5. Sağlık Sektöründe Kullanımı	5
2.1.6. İnşaat ve Çimento Sanayinde Kullanımı	6
3. BORİK ASİTİN BETON KATKISINDA KULLANILMASI.....	9
3.1. Borik Asit Fiziksel Özellikleri	9
3.2. Borik Asit Kullanım Alanları	10
4. DENEYSEL YÖNTEM	11
4.1. Priz Süresi Üzerine Etkisi	12
4.2. Borik Asidin Sertleşmiş Beton Özellikleri Üzerine Etkisi	12
4.2.1 Erken ve Nihai, Dayanımı Üzerine Etkisi	13

4.2.2 Yanma Direnci Etkisi.....	14
4.2.3 Radyasyon Geçirgenliği.....	14
4.2.4 Su Geçirgenlik Direnci.....	15
4.3. Borik Asidin Beton Katkısında Antibakteriyel Etkisi.....	16
5. BORİK ASİTİN TESİSTE HAMMADDE OLARAK KULANILMASI.....	18
6. SİMÜLASYON	20
6.1. Simülasyon Aşamaları.....	22
6.2. Üretim Sistemi.....	26
7. MALİYET ANALİZİ.....	27
7.1. Yeni Ürün Geliştirme ve Maliyet Analizi.....	27
7.2. Hedef Maliyet Hesaplamaları ve ekonomik Kazanç.....	30
7.2.1. Hedef Maliyetleme Sürecinin ilkeleri.....	30
7.2.2. Hedef Maliyetleme Safhaları.....	32
7.3. Üretim Sürecinin Maliyet Optimizasyonu.....	32
8. BETON KATKI ÜRETİM SİMÜLASYONU.....	34
8.1. İyileştirme Öncesi Fabrika Üretim Maliyet ve Simülasyonu.....	37
8.2. İyileştirme Sonrası Fabrika Üretim Maliyet ve Simülasyonu.....	46
9. SONUÇLAR ve ÖNERİLER.....	52
10. KAYNAKLAR	54
11. ÖZGEÇMİŞ	56

KISALTMALAR LİSTESİ

ASTM : American Society for Testing Materials (Amerikan Malzeme Test Derneği)

BOREN : Ulusan Bor Araştırma Enstitüsü

TSE : Türk Standartları Enstitüsü

PÇ : Portland Çimentosu

BNCT : Boron Neutron Capture Therapy (Bor Nötron Yakalama Tedavisi)

TÇMB : Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği

DSİ : Devlet Su İşleri

HES : Hidro Elektrik Santrali

NŞA : Normal Şartlar Altında

IBC : Intermediate Bulk Container (Orta Ölçekli Dökme Konteyner)

NPD : New Product Development (Yeni Ürün Geliştirme)

FMEA : Failure Mode and Effects Analysis (Arıza Modu ve Efekt Analizi)

VE : Value Engineering (Değer Mühendisliği)

RPN : Risk Priority Number (Risk Öncelik Numarası)

pH : Power of Hydrogen (Asitlik Bazlık Derecesi)

FBC : Özellik Tabanlı Maliyetleme

AON : Activity on Node

AOA : Activity on Arrow

CPM : Critical Path Method

TABLO LİSTESİ**SAYFA**

Tablo 3.1. Borik Asidin sudaki çözünürlüğünün sıcaklık ile ilişkisi.....	9
Tablo 4.1.1. Standart Harçta Priz Sürelerinin İncelenmesi	12
Tablo 4.2.1.1. Standart Harçta Dayanım Gelişimi İncelenmesi	13
Tablo 8.1. Üretim Aktiviteleri, Öncül Aktiviteleri ve Süreleri	34
Tablo 8.1.1. İyileştirme yapılmadan önce mevcut durum aktivite süreleri ve maliyet analizi	37
Tablo 8.1.2. İyileştirme Öncesi Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç	46
Tablo 8.1.3. İyileştirme Öncesi Günlük Üretim Maliyeti ve Kar	42
Tablo 8.1.4. Yapılan İyileştirmeler Listesi	44
Tablo 8.1.5. Yapılan İyileştirmelerin Maliyeti	46
Tablo 8.2.1. İyileştirme Sonrası Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç	50
Tablo 8.2.2. İyileştirme Sonrası Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç.....	52
Tablo 8.1.3. İyileştirme Sonrası Günlük Üretim Maliyeti ve Kar	51

ŞEKİL LİSTESİ

SAYFA

Şekil 2.1. Dünya bor üretiminin ülkelere göre dağılımı	2
Şekil 2.1.1. Dünya Bor Tüketim Alanları	3
Şekil 2.1.6.1. Deneysel numunelerinin basınç dayanımı ilişkisi	8
Şekil 2.1.6.2. Deneysel numunelerinin eğilme dayanımı ilişkisi	8
Şekil 4.2.4.1. Borik asit kullanılan betonun su emme değeri	15
Şekil 4.3.1. Bakteri testi kitleri görüntüsü	16
Şekil 6.1.1. Bir simülasyon sisteminin çalışmasındaki adımlar	23
Şekil 7.1. Yeni ürün geliştirmede tahmini maliyetler	29
Şekil 7.2.1.1. Hedef Maliyet Düzeyinin Belirlenmesi Süreci	31
Şekil 8.1. AON, AOA Şeması	36
Şekil 8.1.1. Simülasyon Programında Gelişler Arası Süre-İyileştirme Öncesi	45
Şekil 8.1.2. Arena Simülasyon Programında Karar Durumları - İyileştirme Öncesi	45
Şekil 8.1.3. Arena Simülasyon Programında Ürün Tipleri-İyileştirme Öncesi	45
Şekil 8.1.4. Arena Simülasyon Programında Proses Durumları-İyileştirme Öncesi	45
Şekil 8.1.5. Arena Simülasyon Programında Kayıt Durumları-İyileştirme Öncesi ..	46
Şekil 8.1.6. Arena Simülasyon Programında Çalışan Durumları-İyileştirme Öncesi	46
Şekil 8.2.1. Simülasyon Programında Gelişler Arası Süre-İyileştirme Sonrası	49
Şekil 8.2.2. Arena Simülasyon Programında Karar Durumları - İyileştirme Sonrası	49
Şekil 8.2.3. Arena Simülasyon Programında Ürün Tipleri-İyileştirme Sonrası	50
Şekil 8.2.4. Arena Simülasyon Programında Proses Durumları-İyileştirme Sonrası	50
Şekil 8.2.5. Arena Simülasyon Programında Kayıt Durumları-İyileştirme Sonrası ..	50
Şekil 8.2.6. Simülasyon Programında Çalışan Durumları-İyileştirme Sonrası	50

EKLER LİSTESİ

SAYFA

Ek 1. Mevcut Üretim Aktiviteleri ve Süreleri	58
Ek 2. Mevcut Üretim AON ve AOA Şemaları	59
Ek 3. Mevcut Üretim Kritik Yolunun Bulunması	60
Ek 4. Mevcut Üretim Gant Şeması	61
Ek 5. İyileştirme Yapılmadan Önce Bir Parti Ürünün Üretim Maliyeti	62
Ek 6. Simülasyon ile Tespit Edilen Dar Boğazlara Yapılan İyileştirmeler ve Yeni Düzenlemeler	63
Ek 7. İyileştirme Maliyetleri	64
Ek 8. İyileştirme Yapıldıktan Sonra Bir Parti Ürünün Üretim Maliyeti	65

1. AMAÇ

Türkiye'nin bor minerali kapasitesi dünyadaki toplam bor rezervleri ile kıyaslandığında %72 sinin Türkiye'de olması sebebiyle açık ara öndedir. Türkiye'deki bor madeni; Boraks (Tinkal), Pandermit, Kernit, Hidroborasit , Üleksit, Kolemanit şeklinde bulunmaktadır.

Türkiye'de bulunan Kolemanit cevherinin ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) yapısı %28 CaO, %6,5 SiO_2 , %42 B_2O_3 ve %23,5 H_2O oluşmaktadır. Ayrıca bu cevher Türkiye'nin dışında ABD'de rezervleri mevcuttur [1].

Bor bileşiklerinin aşağıda belirtildiği gibi birçok özelliği bulunmaktadır;

- İçinde bulunduğu karışımın ergime sıcaklığını düşürür. Isıya karşı dayanıklılık kazandırır.
- Temizlik sanayide ağartıcı olarak kullanılır.
- Nihai ürünün fiziksel etkilere karşı dayanıklılığını artırır. Çizilmelere karşı dayanıklılık, sertlik sağlar.
- Sıcaklığa karşı dayanıklılığı artırır. Yanma önleyici maddelerde kullanılır.

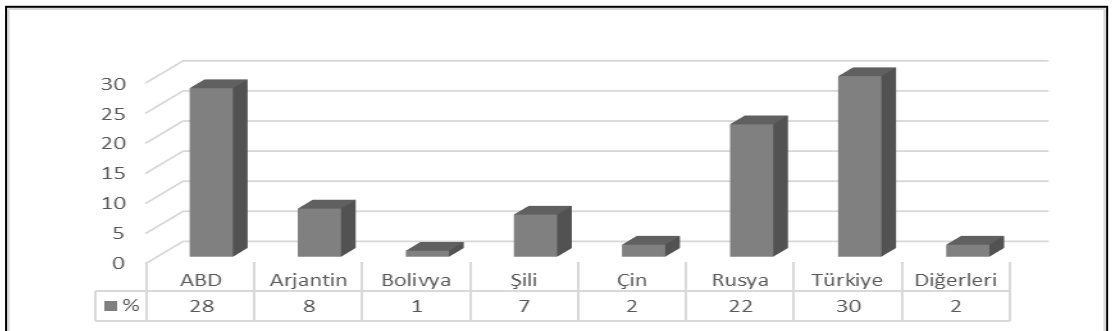
Bu çalışmanın amacı, borik asidin yaş betonun sertleşme süresi üzerine etkisi, sertleşmiş betonun radyasyon geçirgenliğini azaltıcı özelliği, katkı olarak kullanımı durumunda katkı içerisindeki anti bakteriyel özelliği, sertleşmiş betonun dayanım mukavemeti artırma ve tutuşma noktası geciktirici gibi özelliklerini sağlayıp sağlayamayacağını incelenecektir. Borik asit gerek beton katkısı gerek çimento katkısı olarak kullanımı yapılan çalışmalar ile uygun bulunursa, hammadde olarak üretime adaptasyonu, üretim sisteminin simülasyonu ve üretimin maliyet analizi yapılacaktır.

2. BOR

Dünyadaki bor madeni tüketimi incelendiğinde farklı bölgeler borun farklı kullanım alanlarını seçtiği gözlemlenmiştir. Kuzey Amerika cam sanayi, Avrupa Deterjan sanayi, Latin Amerika ve Asya bölgeleri ise borun seramik sektöründeki kullanımına yönlendiği görülmektedir. Amerika kıtasında ise bor en çok, %68 ile cam sanayide, %5 ile deterjan sanayide kullanıldığı görülmüştür.

Boratların Türkiye'deki kullanımı incelendiğinde dünya tüketim hacminin %1-2 si civarında olduğu görülmektedir. Son yılların verileri incelendiğinde seramik ve frit sanayide %38 kullanım ile Türkiye'nin en çok bor kullanılan alanı olduğu, %27 kullanım ile demir çelik sanayi %12 kullanım ile cam ve cam elyafı sanayi %12 ile deterjan sektöründe kullanımı olduğu görülmektedir. %5'i kimya sektörü ve %6'sı diğer sektörlerdeki kullanım hacmi olduğu görülmektedir.

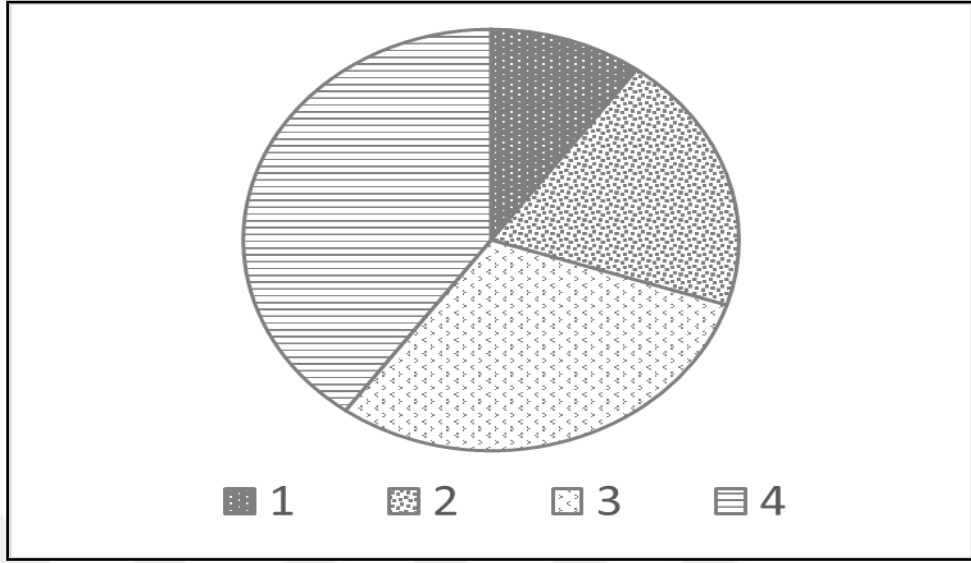
Cam üretim işleminde; bor minerali erimiş fazda bulunan camın ara ürününe katıldığında camın viskozitesini yükseltip, yüzey sertlik derecesini ve dayanıklılığını arttıran ısıya karşı korumanın gerekli olduğu cam ürünlere katılarak kullanılması mümkündür. Seramik sektöründe ise; çizmelere ve paslanmalara karşı koruma sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Deterjan üretiminde, borun ise beyazlatma, su sertliğini düşürme, mikrop öldürme özelliklerinden faydalanmak için kullanımı söz konusudur [2].



Şekil 2.1. Dünya bor üretiminin ülkelere göre dağılımı

Kaynak: C. Helvacı, 5.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye

2.1. Bor Kullanım Alanları



Şekil 2.1.1. Dünya Bor Tüketim Alanları.

Kaynak: C. Helvacı, 5. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye

1. Cam sektörü
2. Seramik sektörü
3. Ev hijyen ürünleri ve kişisel bakım ürünleri
4. Tarımsal gübre üretimi

2.1.1. Yanma Önleyici/Geciktirici Malzeme Olarak Kullanımı

Yanma önleyici veya geciktirici malzemeler, tutuşma sıcaklığını yükseltmek için kullanılmaktadır. Çinko borat, borik asit ile çinko oksidin reaksiyonu sonucu üretilen bir bor bileşimidir. Tutuşma sıcaklığının artırılması için çinko boratlar ve borik asit kullanımı mümkündür. Bu sayede yanma esnasında malzemenin hızlıca tutuşup yanmanın yayılma alanının genişlemesini önler. Ayrıca çinko borat, alüminyum hidratlar ile kullanıldığından yanma önleyici etkisi artış göstermektedir.

Borat eriyikleri malzemenin yüzeyini sarar ve alevin oksijen ile temasını engelleyerek tutuşmayı önlemektedir. Çinko boratlar, genellikle plastik sektöründe kullanılmakta olup çinko boratlar, borik asit gibi çözünebilir boratlar selüloz yapıdaki malzemelerin işlenmesi esnasında kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan

çalışmalar ile hidrate boratlar geliştirilmiştir. Bunlar çeşitli kaplamalar ve polimerlerde yanma geciktirici ve önleyici olarak kullanılmaya başlanmıştır [3,4].

2.1.2. Enerji Sektöründe Kullanımı

Bor, Enerji alanında, hidrojenin üretim işleminde, depolanması işleminde, yakıt ve yakıt katkı maddesinde kullanımı öngörülmektedir. Bu yönde yapılan araştırmalar ve yürütülen çalışmalar henüz tamamlanmamış olmakla birlikte geçekte ümit vadetmektedir. Yapılan çalışmalar, bor ve bileşiklerinin hidrojenin depolanması ve üretilmesi için kullanılacak olan yepyeni bir enerji konumuna gelmesi mümkün kılmaktadır. Böylelikle, borun, hidrojen ve yakıt pili teknolojilerindeki önemi giderek artmış olacaktır. Hidrojen, bir bor bileşiği olan sodyum bor hidrürden hiçbir zararlı yan ürün oluşmaksızın üretilmektedir. Ayrıca, Sodyum bor hidrür, yakıt pilleri kullanımı için yakıt olması mümkündür. Bor, ayrıca element halinde, doğrudan binek araçlarda yakıt veya motor yakıtı katkı maddesi olarak da kullanılabilir [4,5].

2.1.3. Tarımsal Alanında Kullanımı

Bitkilerin sağlıklı gelişebilmesi ve zararlı haşerelerden korunması amacıyla bor minerali kullanılmaktadır. Birçok bitkinin ihtiyacı olan bor farklı oranlarda temel besin olmaktadır. Bu nedenle tarım alanında gübre üretiminde kullanılmaktadır. Borlu gübre bitki verimini arttırmaktadır. Domates üzerine yapılan bir çalışmada aynı yüzey alana sahip iki alandan birine dikili domateslere 1,5 kg borlu gübre kullanılması verimi %18 arttırdığı gözlemlenmiştir. Borlu gübre kullanımı ile şekerpancarı verimi %15, fındık verimi %19 artmıştır. Bor oksit düşük kullanım miktarındaki gübrelerde mikro besin olarak ve yüksek kullanım miktarındaki gübrelerde bitki öldürücü olarak farklı amaç ile kullanımı söz konusudur. Bor minerali eksik olan bitkilerin gövde boyları kısa, yapraklar şekilleri düzensiz ve şekilsiz, kolay kırılan ve küçüktür. Bor eksikliği meyve ağaçlarında, kahve, tutun ve zeytin ağaçlarında bulunmaktadır. Bazı ağaçların bor eksikliği durumunda ise ağaçlarda mantar oluşumu mümkündür. [4,5]

2.1.4. Makine ve Metalürji Alanında Kullanımı

Bor mineralinin, makine ve metalürji sektöründeki kullanım amacı demir madeni ile yapılan makine ve parçalarının aşınmaya karşı direnç oluşturması, korozyona daha dayanıklı olması ve yüzey basıncına daha dayanıklı olmasıdır. Yüksek sıcaklık derecelerinde düzgün, temiz sıvı yapı oluşturması özelliği nedeniyle erime hızlandırıcısı olarak kullanılmaktadır [4,5].

2.1.5. Sağlık Sektöründe Kullanımı

Kanser tedavilerinde, Bor Nötron Yakalama Tedavisinde (BNCT) bor elementi kullanılmaktadır. Kötü huylu beyin tümörlerinin yok edilmesi ve sağlıklı dokulara zararı en aza indirmek için kullanılmaktadır.

BNCT'nin fiziksel temeli basittir. Nükleer reaksiyon temelinde ikili bileşenli bir sistemdir. Kararlı bor izotopuna (^{10}B), düşük enerjili veya termal nötronlar ışınlandığında Helyum-4 (^4He) ve Lityum-7 (^7Li) çekirdekleri meydana gelir. Bu yüksek enerji yüklü parçacıklar çok uzağa hareket edemezler ve tümör hücresine tüm enerjilerini bırakırlar, böylece direkt DNA'ya zarar vererek hücrelerin yeniden üremesine engel olmaktadır [4,5].

2.1.6. İnşaat ve Çimento Sanayinde Kullanımı

Bor elementi, inşaat ve çimento sektöründeki temel kullanım amacı betonun dayanıklılığını arttırmaktır. Ayrıca su izolasyonu ısı izolasyonu, radyasyon geçirgenliği izolasyonu gibi avantajlar da sunmaktadır. Bor kullanılmış olan bir çimento ile standart çimento kıyaslandığında borlu çimento daha dayanıklı olduğu kanıtlanmış ve bu nedendir ki yol betonu uygulamalarında kullanımı önem kazanmıştır. Bor elementinin erime sıcaklığının çok yüksek olması sayesinde yanma önleyici veya geciktirici malzemelerde kullanılmaktadır.

Birçok araştırmacının borun çimentoda kullanımı üzerine çeşitli deneyleri mevcuttur. Endüstriyel alanda ise BOREN Ulusal Bor Araştırma Enstitüsü ve TÇMB Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliğinin ortaklaşa yürüttüğü çalışmalar ile Denizli ve Göltaş çimento fabrikalarında gerçekleştirilmiştir. Borlu çimento, çimentonun yapısına kolemanit cevheri konulması ile üretilir. Beton testleri ve performans testleri Türkiye

Çimento Müstahsilleri Birliği tarafından yapılırken, fiziksel ve kimyasal testlerinin değerlendirmesi ise Devlet Su işleri Laboratuvarında yapılmaktadır [7].

Borlu çimentolar normal çimentolara göre %3 %4 oranlarında daha fazla B_2O_3 içerdikleri için farklıdır. İçerdikleri Boroksit nedeniyle C_2S (Dikalsiyum silikat) stabilize ettiğinden normal çimentonun ana fazı olan C_3S (Trikalsiyum silikat) bileşiği bulunmamaktadır. Bu nedenle borlu çimento borun yapısı ve minerolojik yapısı nedeniyle erken mukavemet dūřuklūđu gösterebilmektedir. . 2 günlük erken dayanımı dūřuk olmasına rağmen 28 gün ve sonraki dayanımlarda portland çimentosuna göre %20 oranında daha yüksek dayanım kazanmaktadır. 28 gün ve sonraki dayanımlarda portland çimentosuna göre %20 oranında daha yüksek dayanım kazanmaktadır.

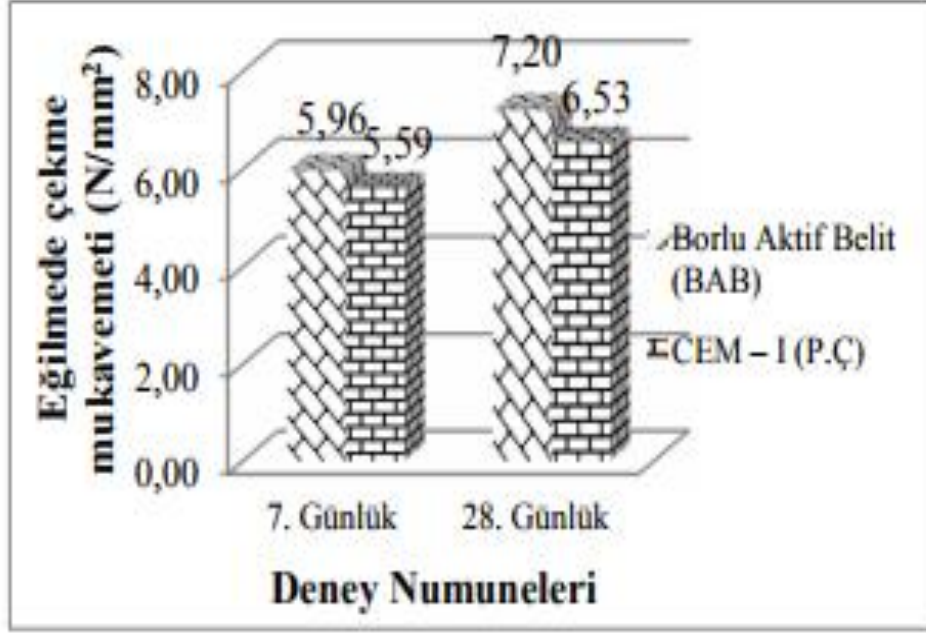
Minerolojik yapısı farkı sebebiyle de borlu çimento normal çimentolarına göre daha dūřuk reaksiyon (hidratasyon) ısısına sahiptir. Dayanım performansı 2 gün ve 7 günde borlu çimentonun hidratasyon ısısı, portland çimentosuna oranla %50 daha dūřüktür. Ayrıca borlu çimento ile yapılan betonlar genellikle normal betonlara göre daha daha geçirimsiz ve dış etkilere karşı daha dayanıklı olmaktadır. Bu tür betonların su emme değerleri ve klor geçirgenlikleri de normal çimento ile kullanılarak yapılan betonlara göre %30 daha az olduğu görülmektedir.

Borlu çimentonun; dūřuk hidratasyon ısısı, su emme deđerinin dūřuk olması, klora ve diđer kimyasallara karřı geçirimsiz bir beton elde edilebilmesi ve daha az rötre (çatlak) deđerine sahip olması gibi performans özellikleri nedeniyle birçok uygulama alanı bulunmaktadır [7].

- Yüksek dayanım vermesi için tünellerde, HES baraj betonunda ve beton yollarda,
- Dūřuk hidratasyon ısısı nedeniyle tüp geçitlerde, köprülerde, barajlarda,
- Nükleer enerji santrallerinin inşasında ve güvenli olarak atık depolanmasında,
- Özel amaçlı olarak (hastanelerin röntgen odalarında, askeri depolama bölümlerinde),
- Yüksek binaların inşaatında,
- Endüstriyel zemin betonları, petrol kuyularında kullanılmaktadır.

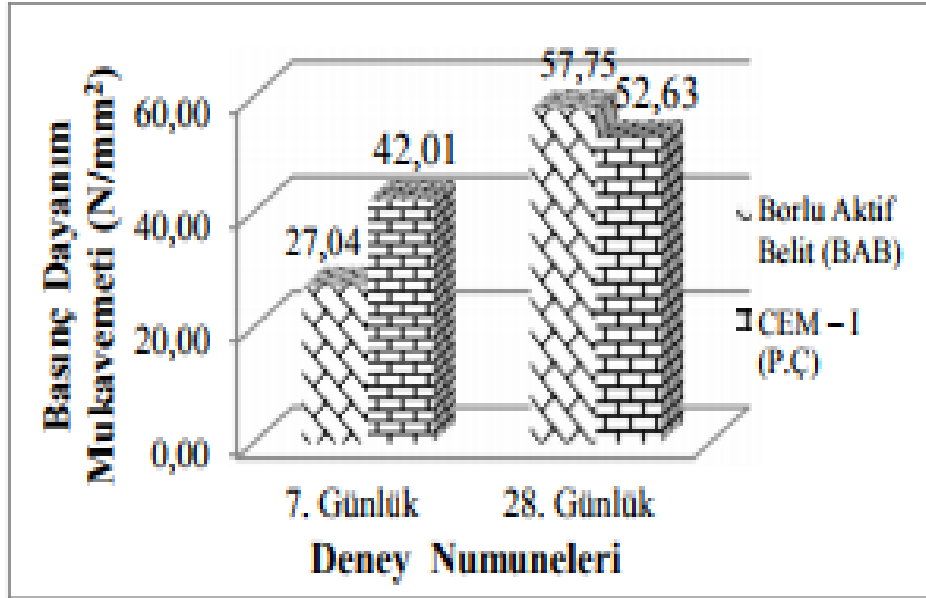
“CEM I ve BAB imentoları kullanılarak TS EN 196-1’ya göre harç çubuğu örnekleri ve korozyon örnekleri üretilmiştir. Harç ubuğu örnekleri yine TS EN 196’ya göre eğilmede çekme ve basınç mukavemeti deneylerine tabi tutulmuştur. Korozyon rnekleri ise 60 gün boyunca %5’lik NaCl’den oluşan korozyon ortamında bekletilerek Tafel Ekstrapolasyon ve Lineer Polarizasyon ölümlerine tabi tutulmuştur. Çalışmada CEM I imentolu numuneler hem mekanik hem de korozyon değerlerinde referans kabul edilmiştir. Mekanik ve korozyon deneylerinden elde edilen deneysel bulgular sırasıyla aşağıda verilmiştir” [19].





Şekil 2.1.6.1. Deney numunelerinin basınç dayanımı ilişkisi

Kaynak: Sancak E. , “Borlu aktif belit (BAB) çimentosu ile üretilen harçlarda kısa süreli donatı korozyonu



davranışının araştırılması”, SAÜ Fen Bil Der 19. Cilt, 1, 2015

Şekil 2.1.6.2. Deney numunelerinin eğilme dayanımı ilişkisi.

Kaynak: Sancak E. , “Borlu aktif belit (BAB) çimentosu ile üretilen harçlarda kısa süreli donatı korozyonu davranışının araştırılması”, SAÜ Fen Bil Der 19. Cilt, 1, 2015

3. BORİK ASİTİN BETON KATKISINDA KULLANILMASI

Borik asit beton katkısı ve çimento katkısı olarak kullanılan birçok hammadde ile uyum sağlayabilir ve performans açısından verimlilik sağlayabilirse onlarca kullanım alanların dışında beton katkısı olarak kullanılabilirliği mümkün olabilecektir.

3.1. Borik Asit Fiziksel Özellikleri

Endüstride bol miktarda kullanılan bir bor bileşiğidir. H_3BO_3 , serbest halde yeraltı suları kaynaklarında çözülmüş halde ve Sassolit adındaki minerali şeklinde bulunur. Borik asit çok zayıf bir asittir, sudaki çözünürlüğü sıcaklık ile doğru orantılı olarak artar. Türkiye’de borik asit kolemanit minerali kullanarak 1964-1968 yıllarında kurulan Etibank asit borik fabrikasında üretimi yapılmaktadır [10].

Bileşimi: %56,30 B_2O_3 , %43,7 H_2O

Molekül ağırlığı: 61,84

Özgül ağırlığı: 1,435 g/cm^3

Erime noktası: 171°C

Tablo 3.1. Borik asidin sudaki çözünürlüğünün sıcaklık ile ilişkisi

SICAKLIK (°C)	0	10	20	30	40	50	80	100
100 gr suda çözünen H_3BO_3 (gr)	2,78	3,65	4,88	6,77	8,9	11,41	23,55	37,99

Kaynak: Pehlivanoglu H, Davraz M. Kılınçaslan Ş. “Bor Bileşiklerinin Çimento Priz Süresine Etkisi ve Denetlenebilirliği”, SDU International Technology Science, December 2013

3.2. Borik Asit Kullanım Alanları

Borik Asidin hem endüstriyel hem de tüketim alanlarında şaşırtıcı derecede kullanım alanları vardır. Tekstil fiberglas, optik cam, sıcağa dayanıklı bor silikat camı, seramik şeffaf sırlarında kullanılmaktadır.

Borik asit bakteriostatik ve fungusital özellikleri kereste, lastik, lateks, emülsiyonları, deri ve nişasta ürünleri gibi doğal ürünlerin korunmasında kullanılır. Ayrıca küfe dayanıklı lateks boyalarda kullanılır. Rafine borik asit diş macunlarında, şampuanlarda, göz temizleyicilerinde kullanılmaktadır.



4. DENEYSEL YÖNTEM

Bor elementinin geniş kullanım alanları ve özellikle çimento katkısı olarak kullanıldığında sağladığı faydayı beton katkısı içerisinde de kullanılabilirliği araştırılacaktır. Beton katkı ürünü özel ürün grubu değilse genellikle sıvı tüketilmektedir. Dolayısıyla başlangıç çalışmaları sıvı kullanılabilirlik yönünde olmuştur.

Öncelikle borik asidin su içerisindeki çözünürlüğü tespit edilmiştir. Farklı konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltilerin stabilite açısından %4 borik asit çözeltisi olmuştur.

İlk olarak, bu orandaki çözünme tespiti sonrası stabilite kontrolü gerçekleştirildi. Maalesef tek başına %4 içerikli borik asit 20 derecenin altında kristalleşmeye başlamaktadır. Bu durumda kullanımına karar verildiğinde muhakkak çözelti halinde tutmak isteniyorsa ısı kontrolü sağlanmalı veya daha düşük konsantrasyonlarda kullanılması gerekmektedir. Eğer bu ürün mevsimsel olarak kullanılmak isteniyorsa yaz ayları tercih edilmelidir.

İkinci aşama olarak bu hammaddenin bu derişimdeki çözeltisinin, işletmelerde kullanılan diğer hammaddeler ile uyumuna bakılmıştır. Mevcut kullanılan hammadde sayısı çok fazla olduğundan en sık kullanılan ve stabilite sorunu yaşanması muhtemel hammaddeler seçilerek bir ay boyunca hem sıcak ortamda (30 °C), hem normal şartlarda (20 °C) hem de soğuk ortamda (5 °C) kontrolleri takip edilmiştir. Herhangi bir hammadde ile bir reaksiyona girip çökeltinin renk değişikliği vb. sorunlar gözlemlenmiştir.

Borik asit %4 lük çözeltisi tek başına diğer geciktiriciler ile beraber aşağıdaki testlere tabi tutulmuştur.

4.1. Priz Süresi Üzerine Etkisi

Borik asit $B[OH]_3$, boraks gibi bor bileşikleri çimentonun hidrat süresini yani çimentonun su ile gerçekleştirdiği reaksiyonu uzatır. Priz öteleyici olarak; karboksilik asit, lignin, şeker ve bazı fosfat bileşiklerinin yansıra gibi bor bileşikleri de güçlü bir priz geciktirici olarak betonda kullanılmaktadır. Boratların petrol kuyuları çimentolama esnasında geciktirici ve viskoziteye düzenleyici olarak yıllardır kullanıldığı bilinmektedir [11].

Borik asidin beton katkısı olarak kullanıldığında priz sürelerine nasıl etki ettiğini çözümlmek için TS_EN_196-3-02 standardına göre aşağıdaki deney yapılmıştır.

Deneyde kullanılan malzemeler: Harç karıştırıcı, 4cm×4cm×4cm kalıp, beton presi, sarsma cihazı, standart kum, terazi, otomatik vicat cihazı.

Tablo 4.1.1. Standart harçta priz sürelerinin incelenmesi.

	Katkısız	Borik Asit	Borik Asit	Melas	Şeker	Glukonat	Ca Nitrat
Katı madde içeriği (%)	0	4	4	20	20	20	20
Çimento Kullanım miktarı (gr)	450	450	450	450	450	450	450
Standart kum kullanım miktarı (gr)	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
Su kullanım miktarı (gr)	225	220	197,5	220	220	220	220
Katkı kullanım miktarı (%)	0	1	5	1	1	1	1
Priz başlangıç süresi (dk.)	137	200	450	610	540	560	130
Priz bitiş süresi (dk.)	220	350	710	770	765	770	220

Priz sonuçlarını inceleyecek olursak, geciktiricilerin gibi görev görmüştür. Hiç katkı konulmamış bir beton priz başlangıç süresi 137 dk. iken borik asit kullanılarak yapılan beton priz başlangıç süresi 200 dk.

4.2. Borik Asidin Sertleşmiş Beton Özellikleri Üzerine Etkisi

Son yıllarda bor atıklarının çimento üretiminde kullanılabilirliği üzerine birçok araştırmalar yapılmıştır. Portland çimentosu üretiminde ağırlıkça %1 çimentonun bor atığı ile yer değiştirmesi ile gerek priz süreleri üzerine gerek dayanım üzerine olumlu önde etki ettiği gözlemlenmiştir.

2006'da yılında, Türkiye'de GÖLTAŞ Çimento Fabrikası öğütülmüş çimento ile yapılan beton numunelerinin % 70'i % 81-96 Portland klinkeri,% 4 kolemanit atığı ve % 5-15 doğal puzolan materyalleri kullanarak ürettiği bor modifiye aktif bünyeli çimento (BAB) son basınç dayanımı bor atığı kullanılmayan çimentoya göre çok daha yüksektir. Uygun konsantrasyonlarda betonun büzülmesi ve yangın direnci gibi özellikler iyileştirilebilir. Ayrıca, bu ürünler ayrıca radyasyon geçirimsizliği ve anti-bakteriyel gibi yeni özellikler kazanabilir. Bu konuda incelenen bazı araştırmalarda, betonda, nötronları emer ve düşük enerji gama ışınları yayılır. Bu nedenle, olabilir etkili bir radyasyon koruması sağlanmıştır [7].

4.2.1. Erken ve Nihai, Dayanımı Üzerine Etkisi

Borik asidin beton katkısı olarak kullanıldığında dayanım performansına nasıl etki ettiğini çözümlmek için TS EN 12390-3 standardına göre test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre borik asit kullanılan numunelerin erken dayanım yönünden incelediğimizde katkı kullanılmayan numuneye göre daha düşük dayanım verdiği gözlemlenmiştir, nihai dayanım yönünden ise katkı kullanılmayan numuneye göre %13 daha iyi dayanım verdiği gözlemlenmiştir. Borik asit çimento hidratasyonunu geciktirdiği için erken dayanım performansının bu testte düşük çıkması olası sonuçtur. Diğer geciktiriciler 5 °C ortamda priz almazken borik asit ile yapılan numune bir gün sonra kalıptan çıkartılacak durumdadır.

Tablo 4.2.1.1. Standart harçta dayanım gelişimi incelenmesi

	Katkısız	Borik Asit	Borik Asit	Melas	Şeker	Glukonat
Katı madde içeriği (%)	0	4,0	2,0	20,0	20,0	20,0
Çimento Kullanım miktarı (gr)	450	450	450	450	450	450
Standart kum kullanım miktarı (gr)	1350	1350	1350	1350	1350	1350
Su kullanım miktarı(gr)	225	220	197,5	220	220	220
Katkı kullanım miktarı (%)	0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5
1 Günlük dayanım (N/mm ²) (NŞA)	7,5	6,3	7,8	2,1	Priz almadı	4,3
1 Günlük dayanım (N/mm²) (5 °C)	1,2	0,2	0,9	0	0	0
7 Günlük dayanım (N/mm²) (NŞA)	21,8	22,5	24,0	25,7	27,6	23,8
28 Günlük dayanım (N/mm²) (NŞA)	29,1	32,8	30,1	30,7	32,9	29,7

4.2.2. Yanma Direnci Etkisi

Borik asit ve boratlar, maddelerin ateşe karşı dayanıklılığını sağlarlar. Tutuşma sıcaklığına gelmeden su moleküllerini uzaklaştırır ve oluşan kömürün yüzeyini kaplayarak daha ileri bir yanmayı engeller.

Borik asidin bu özelliği çimento katkısı olarak borik asidin kullanılması durumunda yanma direncinin arttığı yönünde sonuçlar elde edilmiştir.

4.2.3. Radyasyon Geçirgenliği

TUBİTAK yürütmüş olduğu çalışmalar neticesinde sodyum pentaboratın kullanımı ile koruyucu kıyafet için kumaş geliştirilmiştir. Üretilen kumaş radyasyon testlerinden olumlu sonuçla çıkmıştır. Kumaşın %75 oranda radyasyonu önlediği görülmüş, ayrıca gama testi neticesinde de sodyum pentaborat miktarının artmasına paralel kumaşın gama ışınlarının geçirgenliğinin de azaldığı görülmüştür. Farklı enerjilerde ayrıca teyit edilmiştir. Ayrıca 'x' ışını testinde de sodyum pentaboratla aynı değere sahip kurşun eş değeri belirlenmiş ve sodyum pentaboratın kurşuna göre 2,5 kat hafif olduğu ortaya konulmuştur. Kurşun içeren koruyucu elbiseler ağır olması nedeniyle hareketler kabiliyetini kısıtlamakta ve iş verimini düşürmektedir.

Dünya genelinde radyasyondan korunmak için kurşun elementi kullanılmaktadır. Fakat ağır bir malzeme ortaya çıkmaktadır Borun saflaştırılarak sodyum pentaborat eldesi ile kullanıldığı ürünlerin radyasyon geçirgenlik direncini arttığı yönünde çalışmalar devam etmektedir. Bu yöntem ile elde nükleer santral beton duvarlarının kalınlığını azaltılabilecek ve aynı zamanda daha güvenli yapıda olması sağlanabilecektir.

4.2.4. Su Geçirgenlik Direnci

Beton yüzeylerinden yapının içine doğru giren su, iç yapının, nem içeriğinin ve ısı değerinin değişmesine sebep olur. Isı ve nem oranındaki ani değişim malzemenin büzülmesine veya genleşmesine neden olabilir. Bu durum ise hacimsel deformasyonlara yol açabilmektedir. Oluşan hacimsel deformasyonlar yapıda mikro çatlaklar oluşturmasına sebep olacaktır. Oluşmuş mikro çatlaklardan yapı içerisine su girişi olup iç kısımlara doğru hareket edecektir. Su molekülleri kendilerinden daha büyük olan yapı malzemesi içerisindeki gözeneklere ve mikro çatlak rahatlıkla girebilmekte ve üzerindeki basınca bağlı olarak da birbirleriyle bağlantılı olan

gözenekler ve mikro çatlak içerisinde hareket edebilmektedir. Yapı malzemesi içerisinde doğrudan veya dolaylı olarak giren su, yapılarda hasarlara, küflenmeye ve bozulmalarına neden olmaktadır.

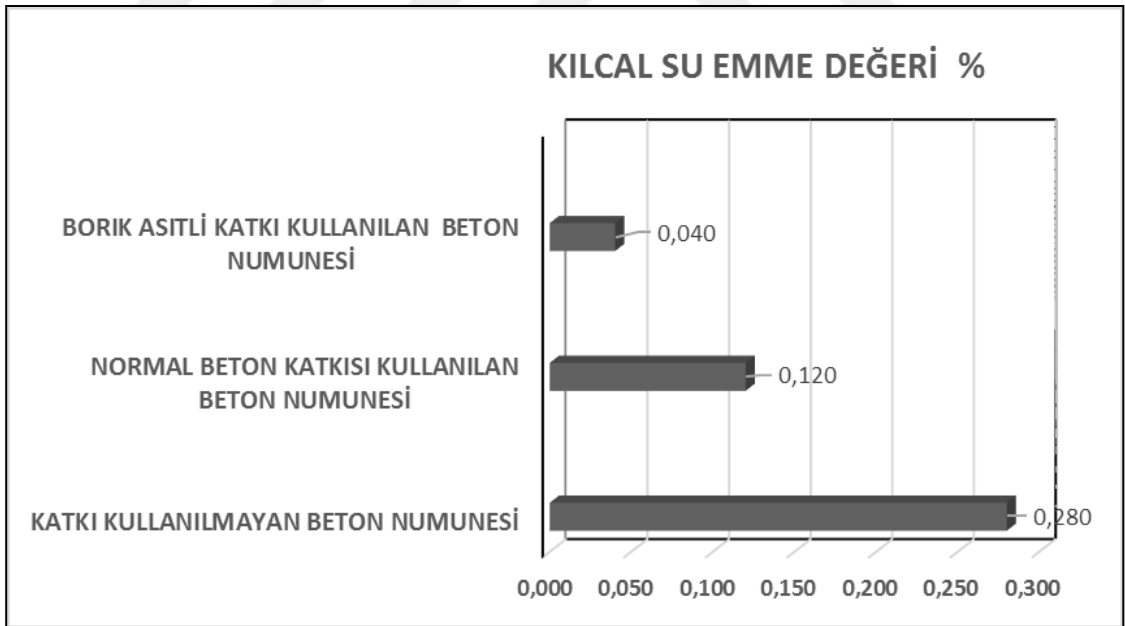
Borik asit kullanılan betonların borik asit kullanılmayarak, normal beton katkısı kullanılmış durumuna göre su geçirimsizliklerini tespit etmek için aşağıdaki deney yapılmıştır.

Deneyde kullanılan malzemeler:

Harç karıştırıcı, 4cm×4cm×4cm kalıp, beton presi, sarsma cihazı, standart kum, terazi, otomatik vicat cihazı.

Borik asidin beton katkısı olarak kullanıldığında dayanım performansına nasıl etki ettiğini çözümlmek için TS EN TS_EN_480-5 standardına göre test edilmiştir.

Teste göre borik asit kullanılan betonun su emme değerinin normal betona göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 4.2.4.1. Borik asit kullanılan betonun su emme değeri.

4.3. Borik Asidin Beton Katkısında Antibakteriyel Etkisi

İşletmede üretilen ürünler arasında en fazla bakteri üretebilme potansiyeli olan ürün müşteriden gelen ürün bozulma kokuşma şikâyetleri değerlendirilerek en çok bu konuda şikâyet alan ürün ele alınarak çalışma tamamlanmıştır.

Deney aşamaları:

Bir ürün içerisine normal formasyonda yer alan anti bakteriyeller kullanıldı, diğer ürün içerisine hiç anti bakteriyel konulmayarak sadece borik asit konulmuştur.

Numuneler iki farklı ortamda 25 °C ve 35 °C altı ay boyunca pH değişimleri ve fiziksel görüntüsü kontrol edilmiştir.

Ayrıca numuneler bakteri kitleri kullanılarak hızlı bakteri ölçüm testi uygulanmıştır. Borik asit kullanılan ürünlerde antibakteriyel kullanılmamıştır. Buna rağmen 35 °C de test edilen bakteri kitlerinde antibakteriyel konulan katkı kadar bakteri üremediği gözlemlenmiştir. Dolayısıyla borik asit kullanılan ürünlerde antibakteriyel kullanım oranı azaltma çalışması yapılabilmektedir.



Şekil 4.3.1. Bakteri testi kitleri görüntüsü (sol resim: normal beton katkısı, sağ resim: borik asit kullanılan beton katkısı)

Fotoğraf 1; bakteri üretmeye müsait hammaddeler ile üretilen ürünün antibakteriyel konulmuş versiyonunun bakteri kitleri ile bakteri ölçüm sonucuna aittir. Bakteri

kitleri ürün içerisine daldırıldıktan sonra 35°C de üç gün bekletilmiştir. Bekleme sonucu gözle bakteri oluşumu kontrol edilmiştir.

Fotoğraf 2; ise fotoğraf 1 de yer alan ürünün aynısının antibakteriyel konulmadan sadece borik asit konularak üretilen ürünün bakteri kitleri ile bakteri ölçüm sonucuna aittir.

Her iki fotoğrafa bakıldığında bakteri üreme potansiyeli borik asit konulan üründe neredeyse yokken mevcut reçete bakteri üreme oranı ciddi oranda yüksektir. Katkı sistemlerinde bakteri sorunu yaşanan sıkıntıların başında yer alırken bu sonuç yalanan problemi çözmede faydalı olabilir. Düşük miktarda bakteri kullanım oranı ve az miktarda borik asit kullanımı ile hem ürün maliyetleri dengelemek hem de ürünlerde oluşan bakteri oluşumu sorununu çözülmüş olunmuştur.

5. BORİK ASİTİN TESİSTE HAMMADDE OLARAK KULANILMASI

Laboratuvar çalışmalarında olumlu sonuçlar veren borik asidin hammadde olarak kullanımına başlanmadan önce aşağıda belirlenen konuların değerlendirilmesi gerekmektedir.

- Borik asit hangi yapıda kullanılacak? toz/sıvı

Hammadde toz olarak kullanılması mümkündür.

- Hammaddenin kullanılacak şekli ile uygun ambalaj şekli ve depolama koşulları nasıl olmalıdır?

Borik asit toz formu kullanılacağı için ambalaj olarak neme karşı dayanıklı 50 kg torba kullanımı uygun olacaktır.

- Tesis içerisinde taşınması nasıl sağlanacaktır. Elleçleme koşulları ve riskleri nelerdir?

Tesis içerisinde taşınması işlemi forklift ile yapılacaktır. Hammadde sağlığa zararlı olduğu için uygun kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılarak elleçleme yapılacaktır. Kullanımı esnasında ayrıca ortamda oluşabilecek tozuma için toz emiş sistemi çalıştırılmalıdır. Atık ve ambalajları ise kontamine atık çöpüne atılacaktır.

- Yıllık tüketim miktarı ne kadar olacak, tüketim ihtiyacına göre depolama alanı seçimi yapılmalıdır.

Yıllık tüketimi, seçilen iki ürün içerisinde kullanılacak şekilde formül geliştirildiğinde 2 ton olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla ilk depolama alanı olarak üretim içerisinde mevcut hammadde raf alanını seçilecektir.

- Tüketim miktarı yeni bir kazan, silo veya depolama alanı gerektiriyor ise uygun ekipman/sistem araştırılmalıdır hem maddi açıdan hem de depolama, taşınacak ekipmana zarar vermeyecek tipler tercih edilmelidir.

Borik asit sıvı yıllık tüketim miktarına göre yeni bir alan gerektirmemektedir, bu hammadde kullanılarak hazırlanacak ürün için mevcutta kullanılan kazanlar kullanılabilir. Dolayısıyla hammadde, depolama, transfer ve üretim maliyetleri için özel kalem yazılmayacaktır.

- Bitmiş ürün için uygun ambalaj seçimi yapılması sağlanmalı ve uygun taşıma ve depolama yöntemi tespit edilmelidir.

Bitmiş ürünler 1 tonluk IBC tank veya paslanmaz çelikli dökme tankerler ile sevki yapılabilir.



6. SİMULASYON

Simülasyon, geniş kapsamlı savunma sanayii ve idari süreçlerinin tasarımında, test edilmesinde ve operasyonlarında etken olarak rolü oynamaktadır. Genellikle pratik uygulama için kullanılan simülasyonlar nispeten karmaşıktır. Simülasyon ile yapılan analizler gerçek sistem ile yapılan analizlerden daha ucuzdur ve bu nedenler uygulamalarda giderek daha büyük rol oynamaktadır.

Sistem simülasyonu; gerçek bir sistemin bütün özelliklerini barındıran ve aynı girdilere karşı aynı sonuçları veren ayrıca kullanıcılara hızlı, maliyeti düşük olması gibi çeşitli kolaylıklar sunan bilgisayarda modellenmiş yapay bir sistemdir. Bu sisteme örnek olarak; trafik ışıkları modelleme, lojistik, tedarik ve dağıtım sistemleri, imalat sistemleri, askeri sistemler verilebilir [13].

Doğru bir simülasyon gerçek bir üretim tesisinin sanal bir modelini sunar, çeşitli amaçlara kullanılabilir. Özellikle, bu kurulumun davranışının gerçek olana erişmek zorunda kalmadan tahmin edilmesini sağlar. Bu nedenle simülasyon önemli bir maliyet düşürme potansiyeli taşır. Simülasyon ile başarılı bir maliyet azaltmanın ön şartı modelin iyi tahmin edilmesidir.

Bir tesisin planlanması (kurulması) sırasında simülasyon grafik ve animasyon modeli sunması yönüyle büyük yarar sağlar. Ayrıca çeşitli performans verilerini de olası problemlerin görülmesini sağlar. Bu sorunları gerçek bir üretim tesisinde düzeltmek çok daha maliyetli olacaktır. Daha ince analizlerin gelecekteki kurulum, tasarım varyasyonlarını değerlendirilebilir.

Tesis üzerinde optimizasyon yapılırken üretime engel olmadan değişiklikler önceden defalarca simülasyon üzerinde test edilebilir. Buna ek olarak optimizasyon potansiyeli için analiz etmek ve planlanan etkiyi önceden doğrulamak bu manada simülasyon bir kalite kontrol rolü oynamaktadır. Tesiste değişiklik yapıldığında, örneğin bu değişiklik yeni bir ürün varyantı için mekanik sistem değişikliği olabilir. Simülasyon aynı zamanda işletmede günlük olarak yapılan işler içinde kullanılabilir [14].

Simülasyonun kullanıldığı diğer bir alanda üretim sistemleridir. Üretim kurulan sistemin taşıma özelliklerine manuel veya otomatik olmasına göre değişebilir. Her bir makineye gelen parçalar eğer öncesinde parça varsa kuyrukta bekler. Gelen parçalar ilk gelen ilk çıkar prensibine göre tezgâhlardan işlenerek çıkar ve bir sonraki iş istasyonuna aktarılır. Kuyrukta bekleme süreleri, tezgâhların iş yapma kapasiteleri gibi kuyruk sistemindeki performans ölçütleri burada da sistemin davranışları hakkında bir fikir verebilir. Üretim sistemlerindeki simülasyonu inceleyerek; modelleme tekniğine aktarılan, gerçek hayatta mevcut olan veya olmayan üretim sistemlerinin mevcut yapısında bulunan;

- Üretim süreleri
- Taşıma süreleri
- Bakım süreleri
- Hammadde geliş süreleri
- Hammadde kapasiteleri
- Taşıma kapasiteleri
- Vardiya süreleri
- Tatil süreleri gibi sürelerin modellenen sisteme aktarılarak sistemin oluşturulması sağlanmaktadır.

Bu tip değerlerin işletme çıkarlarına göre düzenlenmesi için sistemde bazı değişiklikler yapılarak yani alternatif sistemler üretilerek modelin sorunlarını çözümlenmesi sağlanabilir. Örnek olarak sistemde yapılacak akış değişikliği sistemdeki taşıma sürelerini azaltarak sistemin daha verimli çalışması sağlayabilir. İkinci bir örnek olarak sistemdeki taşıma kapasitelerinin değiştirilmesinin sistemi nasıl etkilediği araştırılabilir. Bu şekildeki düzeltmeleri uygulayıp kurulan modelde denemek için modeli yapılan sistem hakkında daha birçok bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır ve problemleri yerinde gözlemleyip sorunların nerelerden kaynaklandığını görerek sisteme aktarmak gerekir. Böylelikle sistemdeki gerçek sorunları çözmek için çalışılmış olunur. Üretim simülasyonu sistemin çıkarlarına yönelik olarak aşağıdaki alanlarda kullanılabilir.

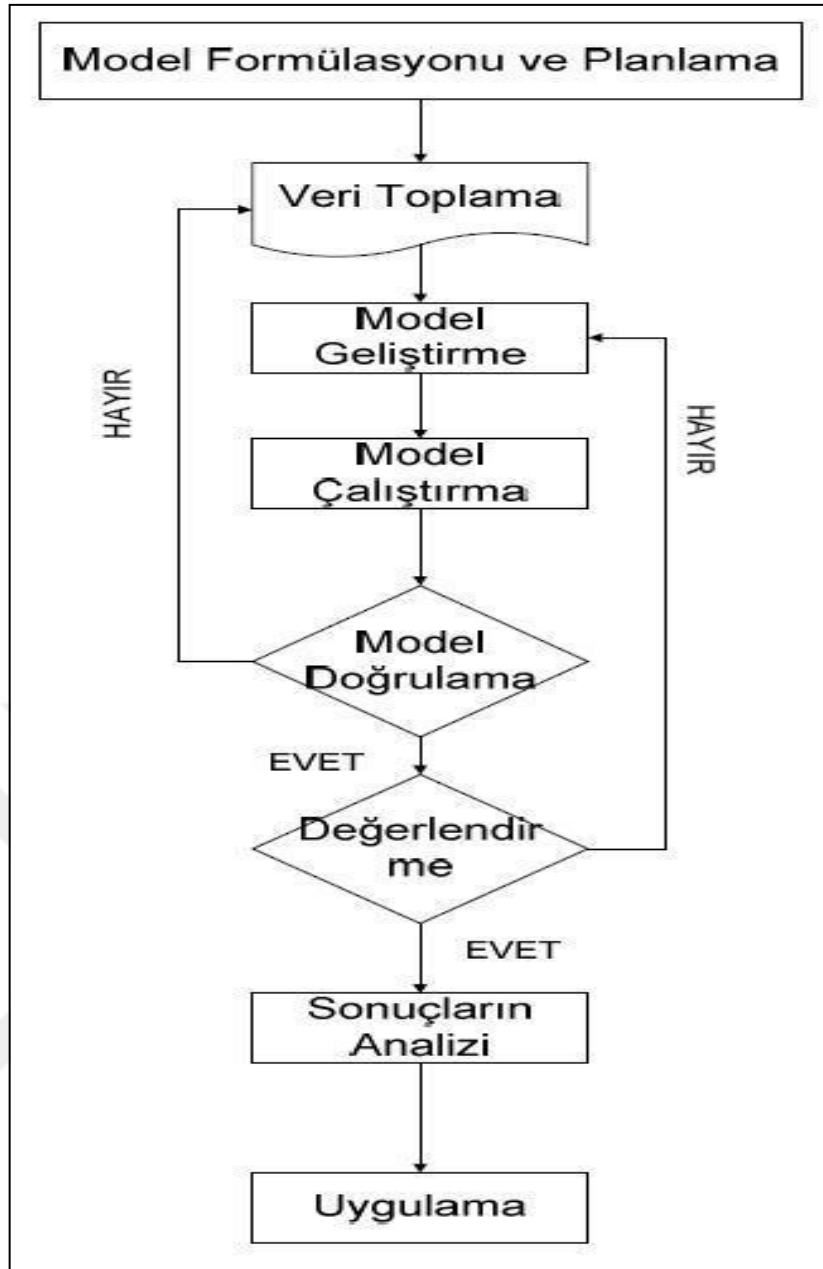
1. Mevcut sistemde makine yerleşim şeklinin değiştirilmesi,
2. Henüz kurulmamış sistemin yerleşim planlamasının yapılması,

3. Sistem içinde yer alan yürüme ve çalışma yollarının belirlenmesi,
4. Sistemin çalışabilmesi için gerekli operatör sayısının belirlenmesinde,
5. Gerekli vardiya sayısının ve düzeninin test edilerek belirlenmesinde,
6. Üretim miktarlarının test edilerek sistemin tekrar değerlendirilmesinde, vb. gibi uygulamalarda kullanılabilir.

Simülasyon ile karmaşık üretim sistemlerinin sorunlarının çözümleri konusunda doğru kararlar verilebilir. Simülasyonu yapılan sistemde birçok alternatif sistem denemek optimum getiri sağlayan sistemi bulmak açısından daha güvenli olabilmektedir [15].

6.1. Simülasyon Aşamaları

Simülasyonu yapılacak sistemin aşamalar halinde getirilerek ilerlenmesi, modellemede hangi konumda olduğunu anlamak ve belirli bir düzende yürünmesi için bir kontrol mekanizması oluşturmaktadır.



Şekil 6.1.1. Bir simülasyon sisteminin çalışmasındaki adımlar

- Model Formülasyonu ve Planlama

Model kurulmaya başlanmadan önce kurulması düşünülen modelde ne kadar detaya inileceği belirlenmelidir. Çok fazla detay zaman ve kullanım açısından zorluk çıkartabilir. Öncelikle sistemdeki iş akışı, kullanılan makineler ve elemanlar belirlenmelidir. Ayrıca verilerin nasıl ve nereden toplanmasına karar verilerek veri toplama kısmına hazırlık yapılmalıdır.

- Veri Toplanma

Model gerçek bir sistem ise modeli kuran kişi verileri kendi toplayabilir veya st düzey yetkililerden verilerle ilgili yardım isteyebilir. Model gerçekte olmayan bir sistem ise verileri birtakım tahminleme metotları kullanarak belirlenebilir.

- Model Geliştirme

Modelleme; sistemin mantık şeması olarak düşünülerek sistemden elde edilen veriler bu mantık sıralarına göre modele aktarılarak model geliştirilir. Sistemin tanımındaki; birbiriyle ilişkili makine ve insanlar topluluğu ve bunların elde edilen verileri göz önünde bulundurulması gereken önemli noktalardır.

- Model alıştırma

Model çalıştırılırken kullanılan verilerin her denemede farklı sonuçlar vermesi mümkündür. Bu nedenle modelin belli bir ısınma süresi olduğu kabul edildiğinden modelin alıştırma basamağında gerekli işlemlerin yapılması gerekmektedir. Isınma süresi sistemin belir bir çalışma saatinden sonra optimum çalışma noktasına kadar geçen zamandır.

- Model Doğrulama

Model doğrulama modellemenin başarıyla geçilmesi basamaklarından biridir. Bu basamak kurulan modelin gerçek sistemi yansıtıp yansıtmadığı göstermektedir. Gerçek bir modelin doğrulanması için modelin çıktılarıyla gerçek sistemin çıktılarının birbirleriyle örtüşmesi gerekmektedir. Eğer sistem henüz kurulmamış bir sistemse; doğrulama sistemin, sistemi kuran kişinin amaçlarına yönelik çalışıp çalışmadığı gözleme yoluyla incelenir. Çalışma hedefleriyle örtüşen sonuçlar sistemin doğrulandığını gösterir. Model sistemi %100 doğru olup olmadığı her zaman gündemdedir ve bu soruyu giderebilmek için uygunluk testleri uygulanmalıdır.

- Değerlendirme

Değerlendirme sistemin girdi verilerinin değiştirilmesi ve bu değerlerin çıktı verilerini nasıl değiştirdiğini gözlemleyerek test edilmektedir. Değerlendirme kısmı kurulan modelin gerçek sistemle aynı tepkileri verdiğini gözlemlemeyi sağlayan bir basamaktır.

- Sonuçların Analizi

Modeli kurulan sistemin çıktılarının gözlemlenmesi ve alternatif sistemlerle karşılaştırılması sonuçların analizinin yapılması gerekmektedir. Sonuçların analizi modeli kurulan sistemin yöneticileri tarafından incelenmeli uygulama adımı için ön çalışma yapılmaktadır. Eğer kurulan model normalde var olmayan bir sistemse, sistemi kuracak olan kişiler ve yöneticiler tarafından incelenerek sistemin kurulum aşaması değerlendirilmelidir.

- Uygulama

Sonuçların analizinden sonra sistem yöneticileri uygulama kısmına karar vererek sistemin kurulmasına veya gerekli değişikliklerin yapılmasına karar vererek uygulama aşamasına geçilir [15].

Üretim simülasyon uygulamasında kullanılan veriler;

a) Farklı senaryolar hesaplamak veya üretim sistemindeki konfigürasyonu değiştirmek için;

- İşlem sırası
- Çevrim süreleri
- İstasyon sayısı
- İşlem sayısı
- Gerekli ekipmanlar
- Gerekli olan çalışma alanı
- Ürün taşıma ekipmanları
- Ürün taşıma süreleri vb. gibi

b) Maliyet ve performans değerlerinin hesaplanması için;

- Dar boğazların hangi noktalarda olduğunun belirlenmesi,
- Fire miktarının tespit edilmesi,
- Hammaddenin gelme süresinin tayin edilmesi,
- Hammadde maliyetinin hesaplanması,
- Talep miktarının belirlenmesi,
- Kalite kontrol maliyetlerinin belirlenmesi vb. gibi

Bu bilgiler ışığında üretim simülasyonunun sonuçları dikkate alınarak sistemde nasıl bir yol izleneceğinin sonucuna varılabilir.

6.2. Üretim Sistemi

Katkı üretimi temel olarak karışım sistemidir. Hammaddeler toz ve sıvı tüm girdiler homojen oluncaya kadar karıştırılır. Üretim kesikli sistemlerdir. Genellikle hammaddeler ve yarı ürünler, bitiş ürünler yüksek kapasiteli tanklarda, bigbag ambalajlarda, IBC tanklarda stoklanır. Üretim süresince gerekli olan hammaddeler pompayla borulardan karıştırıcıya gerekli miktar çekilir. Karışım tamamlandıktan sonra ise bitmiş ürün, stok tankına veya tankere pompa yardımıyla yüklenir.

Üretim adımları:

- a. Ürün yapılacak olan karıştırıcı ve boşaltım hattı temizlenir.
- b. Temizleme suyu IBC alanına başka bir üretimde kullanılmak üzere ayrılır.
- c. Üretim reçetesi üretim personeline teslim edilir.
- d. Üretim personeli reçetesinde yer alan hammaddeleri kontrol eder ve üretim alanına forklift ile getirilecek olanları getirir.
- e. Birçok hammadde stok tanklarından bilgisayara yüklü kontrol sisteminden verilen komutlar ile karıştırıcıya yüklenmektedir. Çok az hammadde elle besleme yapılmaktadır.
- f. Reçetede belirtildiği şekilde kişisel koruyucu ekipmalar kullanılarak ürün üretilir.
- g. Üretim bittikten sonra kalite kontrol birimine onay/ret vermesi için karıştırıcı içerisinden numune alınır.
- h. Kalite kontrol numuneyi en az 3 parametreyi kontrol ederek onay/ret verir.
- i. Onayı alınan ürün stok yapılacak ise stok tankına, sevki yapılacak ise tankere yüklemesi gerçekleşir.
- j. Karıştırıcı bir sonraki üretime hazır bulunması için basınçlı su ile yıkanır.

7. MALİYET ANALİZİ

Ürünlerin standart maliyetinin değerlendirilmesi, çok çeşitli ürünlerin olması ve bu ürünlerin sayısının oldukça fazla olması sebebiyle zordur. Sistemli, disiplinli bir çalışma olmadan; işletmenin sorunlu kar getirmeyen ürünlerini analiz etmesi, fiyatlandırma yapılandırması, stok değerlendirmesi, karlılık analizinin yapılması mümkün değildir. Maliyetlendirme tüm üretim proseslerini oluşturmak, işlem basamaklarını denetlemek, yılsonunda veya dönem sonunda oluşabilecek farklı opsiyonları görmek ve çözümlene yapabilmek mevcut stok ve talep maliyetlerinin değerlendirmesini sağlamaktadır. Sonuç olarak işletmenin hedeflerine paralel karlılık analizinin yapılabilmesini sağlamaktadır.

7.1. Yeni Ürün Geliştirme ve Maliyet Analizi

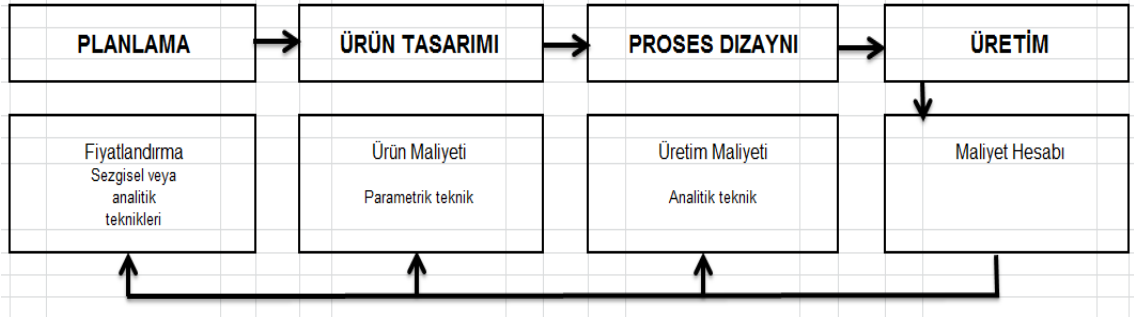
Yeni bir ürünün uygulanması bir dizi faaliyet gerektirmektedir. Ürün ne kadar yeni ise, süreç o kadar karmaşık olabilmektedir. Maliyet analizi birkaç ana aşamadan oluşuyor bunlar; fikir üretme, fikir tarama, kavram geliştirme ve test, pazarlama stratejisi, iş analizi, ürün geliştirme, test pazarlama ve ticarileştirme şeklindedir. Her bir aşamanın sonuçları birtakım belirsizliklere sahiptir. Yeni ürün geliştirme süreç yönetimi, her aşamanın planlanmasını gerektirmektedir; bu nedenle bir önceki evrenin sonuçlarını dikkate alınması ve kararın sürekli izlenmesini gerektirmektedir. Bundan dolayı, NPD (New Product Development) sürecinin yönetimi zordur. Sonuç olarak, yeni ürün fikirleri beklenen finansal sonuçlarına göre de seçilebilir. Firmalar, yeni ürün fikirlerini finansal sonuç limitlerine göre veya bu limitin altındaki limitlere göre seçerek belirler. Bu nedenle şirketler yeni ürün fikirleri için karlı olanları analiz etmelidir. Gerekli bir analizin yapılabilmesi için finansal bilgileri bilmek zorundadırlar. Benzer şekilde tasarımı, geliştirmesi, üretmesi ve pazarlaması için gerekli olan mali kaynak ve miktarının da bilinmesi gerekmektedir.

Finansal analiz, fikir seçiminde son derece yararlı olabilmesine rağmen, belirli sınırlamalara da sahiptir. İlk olarak, kısa vadeli finansal sonuçlar yöneticilerin finansal açıdan sadece belirsiz oldukları ve kolayca haklı çıkılmadığı için daha kesin fikirlere odaklanmaya neden olabilir. İkinci olarak, birçok kişi finansal analiz

yöntemleri, yeni ürünlerle ilişkili riskleri ve belirsizlikleri yeterince yakalayamamaktadır. Dahası, bu metodolojiler, yalnızca finansal fayda ve maliyetlerin bir "anlık görüntüsünü" yeni bir ürün olup bu etkenlerdeki değişiklikleri yansıtmayabilir.

Bu nedenle gelecekte uygulanacak yeni ürünün maliyet tahmini ile ilgili bilgi önemlidir. En zor olanı gelecekteki maliyetlerin planlama aşamasıdır. Çok sayıda belirsiz bilgi, maliyeti yalnızca öznel olarak değerlendirilmesine yol açar. Sezgisel veya analog teknik kullanılabilir. Sezgisel teknikler, yeterli bilgi ve tecrübe gerektirdiği gibi uzmanların bilgilerini kullanmak da mümkündür. Ancak bu durumda uzmanların kararlarını analiz etmek için uygun araçlar kullanılmalıdır. Bu yöntemi daha zahmetli ve pahalı hale getirir.

Analog yöntemlerin kullanılması için geçmiş veriler gereklidir. Maliyet tahmini, önceden yürütülen işleme benzerlik temeline dayanmaktadır. Maliyet analizlerinde genel olarak regresyon analizi kullanılır. Daha fazla özellikler kıyaslandığı zaman sonuçlar daha doğru olur, ancak hesaplamalar daha karmaşıklaşır. Tasarım aşaması, maliyet tahminlerinin önemli olabileceği bir sonraki yerdir. En doğru maliyet analizi sonuçları, imalat sürecinin aşamalı planlaması ile elde edilir. Üretim sürecinin ayrıntılı açıklaması analitik yöntemin kullanılmasına izin verir, çünkü onlara verilen görev ve kaynaklar bilinmektedir. Etkinlik Tabanlı Maliyetleme (ABC) ve Özellik Tabanlı Maliyetleme (FBC) yöntemleri genellikle bir analog tahmin tekniği olarak kullanılır. Tahmini maliyetler NPD sürecinde bir sonraki görevi planlamanın temelini oluşturur. Onların seviyesi aynı zamanda sürecin doğruluğunun değerlendirilmesinin temelidir ve herhangi bir sapma alınan kararlarla derhal düzeltilmelidir. Maliyetlerin izlenmesi ve kontrolü, üretim süreci boyunca gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle, maliyet muhasebesi ile önemli bir rol oynar. Bir sonraki bölümlerde, planlama, ürün tasarımı ve süreç tasarım aşamalarında maliyet tahminlerinin örnekleri verilmektedir [16].



Şekil 7.1.1. Yeni ürün geliştirmede tahmini maliyetler.

7.2. Hedef Maliyet Hesaplamaları ve Ekonomik Kazanç

Ürün maliyetinin hesaplanması günümüzde çok önemlidir ve hesaplama müşteri istekleri süresince gereklidir. Hesaplamanın oluşturulmasıyla, ürünün kalitesini kabul etmek ve fiyatını değer kazanmak önemlidir. Hedeflenen maliyet, piyasa fiyatını ve rekabetçi fiyatını takip etme ile elde edilmektedir. Maliyet azaltma süreçlerinde ürün fiyatı, azaltmamız gereken en önemli kalemlerden biridir. Doğrudan ve dolaylı maliyetler yeni yöntemler kullanılarak azaltılmalıdır. Fiyatın çok önemli bir kısmı karlılıktan oluşmaktadır. Hesaplamanın yaratılmasıyla kâr ücretini kabul etmeliyiz. Hedeflenen maliyet hesaplamaları, her sektörün üretim dalındaki çıktıların rekabet gücünü arttıracak çok önemli bir araç olan değer analizinin bir parçası olmaktadır. Değer analizi, ürün kalitesini artıracak, ticari özelliklerinin ve maliyetlerin oranı olarak tanımlanan alternatifleri düzeltmeyi sağlayan, ürün özelliklerini değerlendirmeye yönelik sistematik bir yaklaşımı temsil etmektedir [17].

İleri teknolojilerin uygulanabilmesi ancak üretim sisteminin büyük bir kısmının sabit olan üretim sistemi ile mümkündür. Böylelikle daha doğru ve uzun dönemli karar verilmesi ve bu kararın maliyet üzerindeki etkisi gözlemlenebilir. Oluşturulan maliyet ilgili diğer bölümlere iletilmesi için temel oluşturmaktadır.

Yeni ürün geliştirme safhalarında verilen kararlar, üretimi, nakliye, müşteri ilişkileri, maliyeti doğrudan veya dolaylı olarak etkilemektedir. Bu nedenle bunların üzerinde durup ürün tasarım aşamasında durulması maliyetin henüz tasarım aşamasında azaltılması imkânı sağlayacaktır.

İşletmeler eğer yüksek oranda maliyet azaltmak istiyorlar ise bu gelişim aşamasında fırsatları değerlendirmeleri gerekmektedir. Bu şekilde ürün toplam maliyetinin reel

olarak ne kadar olduğu üretime başlamadan evvel %80 oranında belirlenmiş olur. Hedef maliyet ve tasarım üretim aşamalarını süresince maliyetlerin iyileştirilmesi mümkündür. Hedef maliyet, pazar fiyatını temel alan ve bu fiyatın azaltması için çeşitli yöntemlerden biridir. Maliyet analizi, işletmenin diğer bölümleri ile arasında doğrudan bir ilişkinin olduğu düşünülmektedir. Hedef maliyetleme analizini bazı önde gelen Japon firmalarından olan Daihatsu, Toyota, Sony, NEC, Olympos kullanılmaktadır. Ayrıca, Amerikan firmaları da verimlilik değerlerini arttırmak amacıyla ve uzun dönemli olarak verimliliklerini arttırmak amacıyla bu yöntemi kullanmaktadırlar. Hedef maliyetler istenen fiyat aralığında pazara sunulacak ürünün geliştirilmesine önderlik etmektedirler. Hedef maliyet hedef pazar payına ulaşabilmek için belirlenen satış fiyatına göre hesaplanan pazar bazlı maliyet olarak tanımlanmaktadır [18].

İlgili firmalar yapılan pazar çalışmaları neticesinde ulaştıkları satış fiyatını bu şekilde belirlemektedirler. Bu fiyat, firmaların karlılığını plan ve tahminleri ile birleştirmektedir. Bu iki veri arasındaki fark her bir araba için “kabul edilebilir maliyeti” vermektedir. Genel olarak ulaşılabilir maliyet kabul edilen maliyetten yüksektir dolayısıyla iki maliyet arasında bir noktada hedef maliyet belirlenir. Örnek verecek olursak bir işletme %20 kar hedefliyorsa ve ürün satış fiyatı 120.000 \$ ise ürünün kabul edilebilir maliyeti 100.000 \$ dir. İşletme hedef maliyetini 100.000\$ seçmek durumunda kalacaktır.

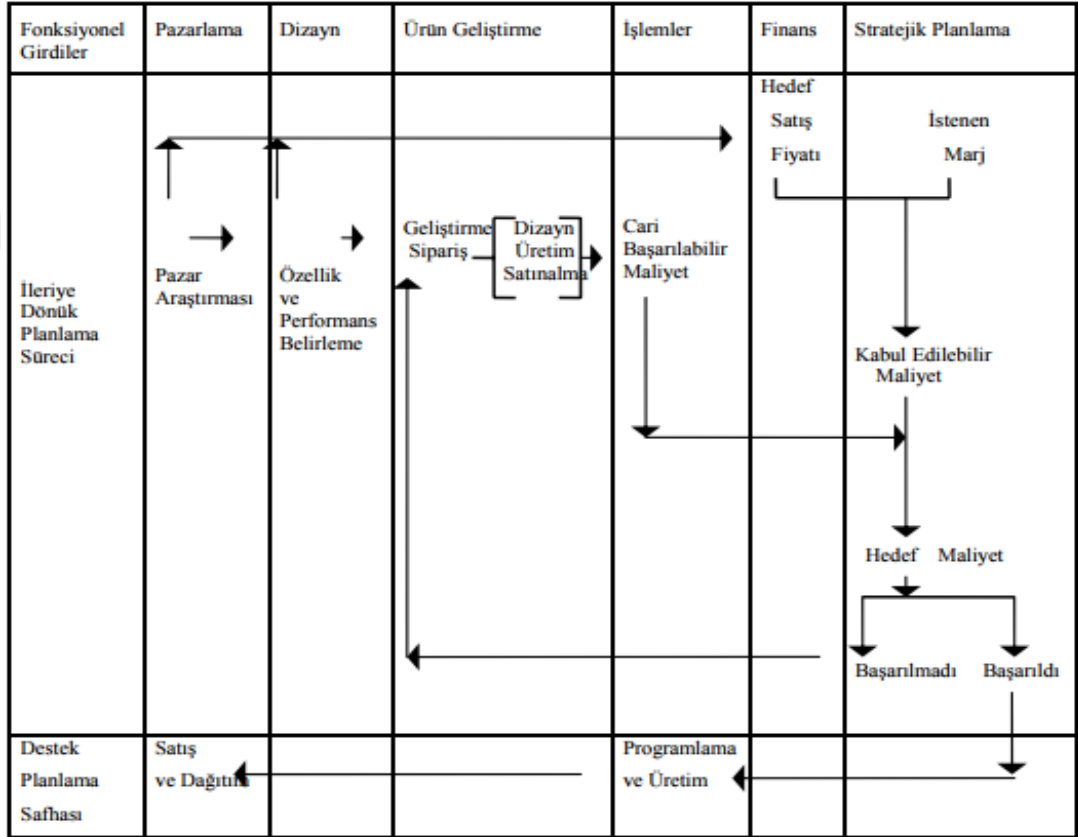
Ürünün gelişim aşamasında ise, mühendisler, tasarımcılar, üretim departmanındaki yetkililer, yöneticiler, çalışanlar ve ayrıca firma dışından olan satıcılarla birlikte bir ürünü oluşturan tüm parçaların çalışmaları yapılmaktadır. Ürün geliştirme ve tasarım çalışmaları devam ettikçe tahmini maliyetler ile hedef maliyetler karşılaştırılmalı ve ileriye dönük kontroller gerçekleştirilmelidir. Ortaya çıkan sapmalar, ürün geliştirme aşamasına geri dönülmekte ve süreç yeniden işlemeye başlamaktadır. Tüm bu işlemler dizisi hedeflenen özellikte ve mümkün olan en düşük maliyette ürün tasarımının yapılması içindir.”[18].

7.2.1. Hedef Maliyetleme Sürecinin İlkeleri

Hedef maliyetleme süreci altı temel ilkedен oluşmaktadır.

- Ürün fiyatın göre maliyetlendime

- Müşteri istekleri üzerinde yoğunlaşma,
- Ürün tasarımı üzerinde yoğunlaşma,
- Geniş kapsamlı araştırma,
- Yaşam döneminde (ürünün satışının yapıldığı süre boyunca) maliyet düşürme,
- Değerler zinciri ile ilgilenme.



Şekil.7.2.1.1. Hedef Maliyet Düzeyinin Belirlenmesi Süreci

Kaynak: Michalakoudis I. , Childs P. , Harding J. , “Using Functional Analysis Diagrams for Production Cost Optimization “EEE International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering, IEEE-ICAMSE, 2016

Maliyet hesaplamalarında pazardaki fiyat değerleri büyük önem taşır, hedeflenen maliyeti belirlemek için bu değerler referans noktası alınabilir. Pazardaki fiyat artış ve azalışları ise süreç içerisinde yeniden kontrol edilmelidir. Ayrıca ürün tasarım aşamasındayken ürünün potansiyel alıcısı olan müşterinin talepleri dikkate alınarak kontrollü bir şekilde maliyetlendirme süreci tamamlanmalıdır. Hedeflenen ürün maliyet, belirleme süreci, ürün tasarım, üretim, pazarlama ve satınalma gibi departmanlar ile ilişkili olduğu göz önüne alınarak bu bölümlerinde maliyetlendirme

sürecine katılımı sağlanmalıdır. Hedef maliyetin asıl amacı, işletmenin ürün ve üretim süreçlerini en aza indirmektir. Bu konuyla işletmenin neredeyse tüm bölüm üyeleri ile ilgilenmektedir [18].

7.2.2. Hedef Maliyetleme Safhaları

Hedeflenen maliyete ulaşmak için hem ürünün geliştirilmesi aşamasında hem de üretimi aşamasında birtakım süreçlerin ve bu süreçlerin de maliyetlerinin ayrı ayrı hesaplanması daha doğru olacaktır. Bu süreçler;

- Geliştirilecek olan ürünün sahip olduğu fonksiyonların belirlenmesi,
- Sahip olunan her fonksiyon tek başına niteliğinin belirlenmesi,
- Hangi parçaların bir araya gelip ürünü oluşturduğunun belirlenmesi,
- Ürünü oluşturacak her parçanın maliyet analizlerinin yapılması,
- Ürünü oluşturacak olan her parçanın niteliğinin belirlenmesi,
- Parçaların hedef maliyet endeksinin oluşturulması,
- Süreçteki diğer giderlerin azaltılması çalışmalarını tamamlamak şeklindedir.

7.3. Üretim Sürecinin Maliyet Optimizasyonu

Birçok üretim sürecinde rastlantısallık mevcuttur ve bu üretim maliyet optimizasyonu sürecinde sorun yaşatmaktadır. Son yıllarda üretim süreci üzerindeki rastlantısallıkların etkileri ile ilgili birçok makale yazılmıştır. Üretim sürecinde rastlantısal optimizasyon yöntemleri modelleri kurarak ve bunları kullanarak endüstride rastlantısallıklar tespit edilir. Bazı bileşenlerin üretiminde, herhangi bir nedenden ötürü, her bileşenin uygun olduğu garanti edilemez. Dolayısıyla, üretici çok sayıda bileşenden uygun olanları seçebilir. Bu tür üretim sürecinde, birkaç bileşenden uygun olanın miktarı sabit değildir, ancak üretim miktarı arttıkça, uygun olanın toplam sayıya oranı (uygun olanlar ve uygun olmayan olanlar) düzenli olarak değişir

Dünyadaki birçok büyük ölçekli üreticiler ürünlerine değer katmak için Altı Sigma, Arıza Modu ve Efekt Analizi (FMEA) ve Değer Mühendisliği (VE) gibi kalite yönetimi ve tasarımı yöntemleri kullanmaktadır. Disiplinler arası işlemler yüzünden FMEA ve VE pazarlama, satış, tasarım ve üretim gibi birçok farklı disiplinin birlikte

çalışması gerekir. Bu yöntemler ağırlıklı olarak ürün fonksiyonlarının analiz ve değerlendirmesi, kullanıcıların işlevselliği soyutlama anlayışı ve yeteneği etkinliği ve verimliliğini içerir. Fonksiyonel Analiz Diyagramı (FAD) yaklaşımı, kısmen VE ve FMEA gibi metodolojilere yardımcı olmak için geliştirilen fonksiyonel bir modelleme tekniğidir ve bazı vaka incelemeleri, çapraz işlevsel ekiplerde işlevsel anlayışa yardımcı olma konusunda mükemmel sonuçlar vermektedir.

FMEA, 1940'larda ABD ordusu tarafından ilk kez kullanıldı ve ürün tasarım aşamalarında ürün güvenilirliğini artırmak için otomotiv ve havacılık endüstrileri tarafından daha da geliştirildi. Genel olarak, FMEA işlemleri üç bölüme ayrılabilir.

- a) Söz konusu sistem / alt sistemin potansiyel arıza modlarının tanımlanması ve işlev tabanlı kritikliği (şiddeti) değerlendirmek.
- b) Her biri için risk değerlendirmesi (Risk Öncelik Sayısı-RPN) bileşenin potansiyel arıza modu, şiddetin, oluşumu ve kolay tespit edilmesi.
- c) Elde edilen RPN sonuçlarına göre düzeltici faaliyetleri planlamak, izlemek ve değerlendirmek.

Bu yöntem endüstride yaygın olarak kullanılan Kalite Yönetim Sisteminin aracıdır. FMEA yönteminin eksiklerinin çoğu temel başarısızlık modlarını bulmak için yapısal bir yöntem bulunmamasıyla ilişkili görünmektedir

8. BETON KATKI ÜRETİM SİMÜLASYONU

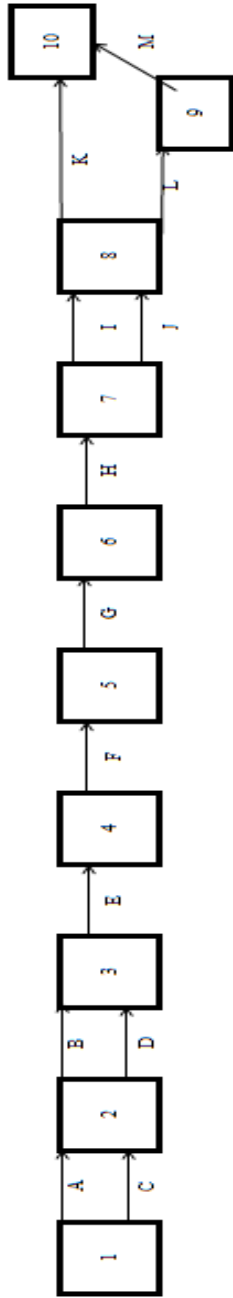
Tablo 8.1. Üretim aktiviteleri, öncül aktiviteleri ve süreleri

AKTİVİTE	ÜRETİM İŞLEMLERİ	ÖNCÜL AKTİVİTE	SÜRE (dk)
A	Ürün yapılacak olan karıştırıcı ve boşaltım hattı temizlenir.	-	15
B	Temizleme suyu IBC alanına başka bir üretimde kullanılmak üzere ayrılır.	A	2
C	Üretim reçetesi üretim personeline teslim edilir.	-	3
D	Üretim personeli reçetesinde yer alan hammaddeleri kontrol eder ve üretim alanına forklift ile getirilecek olanları getirir.	A	25
E	Birçok hammadde stok tanlarından bilgisayara yüklü kontrol sisteminden verilen komutlar ile karıştırıcıya yüklenmektedir. Çok az hammadde elle besleme yapılmaktadır.	D	5
F	Reçetede belirtildiği şekilde kişisel koruyucu ekipmanlar kullanılarak ürün üretilir.	E	15
G	Üretim bittikten sonra kalite kontrol birimine onay/red vermesi için karıştırıcı içerisinden numune alınır.	F	5
H	Kalite kontrol numuneyi en az 5 parametreyi kontrol ederek onay/red verir.	G	15
J	Onayı alınan ürün stok yapılacak ise stok tankına, sevki yapılacak ise tankere yüklemesi gerçekleşir.	H	30
I	Onay alamayan ürünler yeniden değerlendirilmek üzere paçal ürün alanına alınır.	H	15
K	Karıştırıcı bir sonraki üretime hazır bulunması için basınçlı su ile yıkanır.	J,I	15

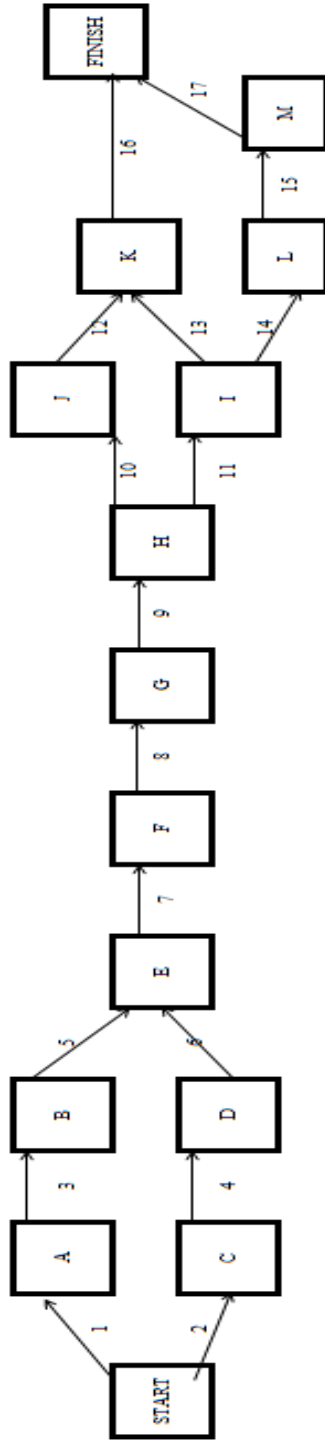
L	Paçal yapılacak üründen yeniden değerlendirilmesi için Ar-Ge departmanına numune verilir.	I	10
M	Ar-Ge departmanı gerekli çalışmalar yaparak, paçal reçetelerini oluşturarak üretime paçal reçetesi gönderir.	L	120



AON (ACTIVITY ON NODE)



AON (ACTIVITY ON ARROW)



Şekil 8.1. AON, AOA Şeması

8.1. İyileştirme Öncesi Fabrika Üretim Maliyeti ve Simülasyon

Fabrikada mevcut kapasite ile 45 SARJ (45*10 TON) 450 ton ürün üretilebilmektedir.

Tablo 8.1.1. İyileştirme yapılmadan önce mevcut durum aktivite süreleri ve maliyet analizi

İYİLEŞTİRME YAPILMADAN ÖNCE BİR PARTİ ÜRÜNÜN ÜRETİM MALİYETİ(10 TON)								
AKTİVİTE	ÜRETİM İŞLEMLERİ	OİS (dk)	İYKS (ÜE)	İYKS (KKE)	İM (TL/dk)	KKEM (TL/dk)	EMBOK M (TL)	TM
A	Ürün yapılacak olan karıştırıcı ve boşaltım hattı temizlenir.	15	4		13.2			13.20 TL
	Temizlik amacıyla kullanılan su						8	8.00 TL
B	Temizleme suyu IBC alanına başka bir üretimde kullanılmak üzere ayrılır.	2	4		1.76			1.76 TL
C	Üretim reçetesi üretim personeline teslim edilir.	3	4		2.64			2.64 TL
D	Üretim personeli reçetesinde yer alan hammaddeleri kontrol eder ve	25	4		22			22.00 TL

		üretim alanına forklift ile getirilecek olanları getirir.						
E		Birçok hammadde stok tanlarından bilgisayara yüklü kontrol sisteminden verilen komutlar ile karıştırıcıya yüklenmektedir. Çok az hammadde elle besleme yapılmaktadır.	5	4		4.4		4.40 TL
F		Reçetede belirtildiği şekilde kişisel koruyucu ekipmalar kullanılarak ürün üretilir.	15	4		13.2		13.20 TL
G		Üretim bittikten sonra kalite kontrol birimine onay/red vermesi için karıştırıcı içerisinden numune alınır.	5	4		4.4		4.40 TL
H		Kalite kontrol numuneyi en az 5 parametreyi kontrol ederek onay/red verir.	15		3		8.1	8.10 TL
	1	katı madde ölçümü	13		3		7.02	2.98 10.00 TL

	2	ph ölçümü	4		3		2.16	0.0527 5	2.21 TL
	3	yoğunluk ölçümü	5		3		2.7	0.0031	2.70 TL
	4	viskozite ölçümü	17		3		9.18	0.105	9.29 TL
	5	renk kontrolü	5		3		2.7		2.70 TL
J		Onayı alınan ürün stok yapılacak ise stok tankına, sevki yapılacak ise tankere yüklemesi gerçekleşir.	30	4		26.4			26.40 TL
I		Onay alamayan ürünler yeniden değerlendirilmek üzere paçal ürün alanına alınır.	15	4		13.2			13.20 TL
K		Karıştırıcı bir sonraki üretime hazır bulunması için basınçlı su ile yıkanır.	15	4		13.2			13.20 TL
		Temizlik amacıyla kullanılan su						8	8.00 TL
L		Paçal yapılacak üründen yeniden değerlendirilmesi için Ar-Ge departmanına numune verilir.	10		3		5.4		5.40 TL

M	Ar-Ge departmanı gerekliliçalışmalar yaparak, paçal reçetelerini oluşturarak üretime paçal reçetesi gönderir.	120	3	64.8	64.80 TL	
					BİR PARTİ ÜRÜN İÇİN MALİYET	235.60 TL
					BİR GÜNLÜK ÜRETİM MALİYETİ	106020.3825 TL

OİS (dk)	ORTALAMA İŞLEM SÜRESİ (dk)
İYKS (ÜE)	İŞİ YAPAN KİŞİ SAYISI (ÜRETİM ELEMANI)
İYKS (KKE)	İŞİ YAPAN KİŞİ SAYISI (KALİTE KONTROL ELEMANI)
İM (TL/dk)	İŞÇİ MALİYETİ (0,22 TL/DK)
KKEM(TL/dk)	KALİTE KONTROL ELEMANI MALİYETİ (0,18 TL/DK)
EMBOKM (TL)	EKİPMAN /MALZEME /BAKIM-ONARIM/ KALIBRASYON MALİYETİ TL
TM	TOPLAM MALİYET (TL)

Tablo 8.1.2. İyileştirme Öncesi Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç

ÜRETİLEN ÜRÜN TIPLERİ	ÜRÜN MİKTARLARI (TON)	ÜRÜN MİKTARLARI (kg)	ORTALAM ÜRÜN BİRİM SATIŞ FİYATLARI (TL/kg)	KAZANÇ (TL)
GLENİUM ÜRÜNLER	260	260000	3.78	982,800.00 TL
POZZOLITH ÜRÜNLER	50	50000	1.26	63,000.00 TL
RHEOBUILD ÜRÜNLER	140	140000	2.35	329,000.00 TL
TOPLAM	450	450000		1,374,800.00 TL

Tablo 8.1.3. İyileştirme Öncesi Günlük Üretim Maliyeti ve Kar

BİR GÜNLÜK ÜRETİM MALİYETİ	106,020.38 TL
BİR GÜNLÜK TOPLAM KAZANÇ	1,374,800.00 TL
KAR	1,268,779.62 TL

Tablo 8.1.4. Yapılan İyileştirmeler Listesi

İYİLEŞTİRMELER	YAPILAN İYİLEŞTİRME	FAYDA	YENİ SÜRE(dk)
Üretim personeli reçetesinde yer alan hammaddeleri kontrol eder ve üretim alanına forklift ile getirilecek olanları getirir.	IBC alanı için üretim alanına yakın katkı raf sistemi yapıldı.	Hem daha fazla hammadde stoklanabiliyor hem de taşıma süresi azaltılmış oldu.	15
Onayı alınan ürün stok yapılacak ise stok tankına, sevki yapılacak ise tankere yüklemesi gerçekleşir.	Yükleme işlemleri için ilave personel işe alındı.	İş süresi %20 daha kısa sürede yapıldı.	24
Temizlik amacıyla kullanılan su miktarı	Su kullanımını azaltmak için basınçlı su ile kazan yıkama sistemi kuruldu.	Su kullanım miktarı%50 azaltıldı.	
Birçok hammadde stok tanlarından bilgisayara yüklü kontrol sisteminden verilen komutlar ile karıştırıcıya yüklenmektedir. Çok az hammadde elle besleme yapılmaktadır.	Üretim sürelerini azaltmak için tüm sıvı hammaddeler için stok tankları oluşturularak elle besleme ve manuel kontrol sistemleri %90 oranında azaltıldı.	Üretim süresi kısaldı.	10

<p>Kalite kontrol numuneyi en az 5 parametreyi kontrol ederek onay/red verir.</p>	<p>Kalite kontrol parametrelerinden Ph Ölçümü kazanların içerisine kurulan sistem ile otomatik olarak ölçülmektedir. Viskozite ölçümü ise genel olarak katı madde miktarı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir gerekli görülmedikçe bu ölçüm yapılmayacaktır.</p>	<p>Kalite kontrol süresi kısaltılmıştır.</p>	
<p>Ürün maliyetinin azaltılması</p>	<p>Üretim kazanında modifiye yapılmıştır. Daha ucuz hammadde kullanımına gidilmiştir. (Yurtdışından satın alınan ve yoğun kullanımı bulunan hammadde Türkiye(Adana) dan alımına başlanmıştır.</p>	<p>Glenium üretim kazanında yapılan bir yenilik ile glenium ürün serisinin maliyetleri %2 azaltılmıştır.</p>	

Tablo 8.1.5. Yapılan İyileştirmelerin Maliyeti

YAPILAN İYİLEŞTİRME	Açıklama	Yıllık Maliyet (TL)	Aylık Maliyet (TL)
IBC alanı için üretim alanına yakın katkı raf sistemi yapıldı.		50000	4166.667
Yükleme işlemleri için ilave personel işe alındı.	Aylık gider (maaş+yol+yemek+sosyal haklar)	36000	3000.000
Su kullanımını azaltmak için basınçlı su ile kazan yıkama sistemi üç ayrı noktaya kuruldu.	Kurulum maliyet, (ekipman + işçilik)	60000	5000.000
Üretim sürelerini azaltmak için tüm sıvı hammaddeler için stok tankları oluşturularak elle besleme ve manuel kontrol sistemleri %90 oranında azaltıldı. Otomasyon sistemi kuruldu.	sistemin kurulması +devreye alınması + işçilik	200000	16666.667
Kalite kontrol parametrelerinden Ph Ölçümü kazanların içesirisine kurulan sistem ile otomatik olarak ölçülmektedir.Viskozite ölçümü ise genel olarak katı madde miktarı ile doğru orantılı olduğu tespit edilmiştir gerekli görülmedikçe bu ölçüm yapılmayacaktır.	Ph metre+sirkülasyon polpası + mikser içesirisine boru hattı + dozajlama ünitesi	44000	3666.667
	AYLIK TOPLAM GİDER		32,500.00 TL

İyileştirme yapılmadan önce mevcut durumun ARENA programında simülasyonu ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

Create - Basic Process								
	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1	SİPRASLER GELİYOR	Entity 1	Constant	10	Minutes	1	infinite	0.0

Şekil 8.1.1. Arena Simülasyon Programında Gelişler Arası Süre - İyileştirme Öncesi

Decide - Basic Process				
	Name	Type	Percent True	
1	URUN TIPINE KARA VERİLİYOR	N-way by Chance	50	2 rows
2	URUN UYGUN MU	2-way by Chance	99	0 rows
3	DOLUM TIPINE KARAR VERİLİYOR	N-way by Chance	50	2 rows
4	TANKER DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows
5	STOGA DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows
6	IBC DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows

Şekil 8.1.2. Arena Simülasyon Programında Karar Durumları - İyileştirme Öncesi

Process - Basic Process													
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Expression	Rt
1	KAZANDA İSLEM	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	3 rows	Expression	Minutes	Value Added	5	1	1.5	KAZANDA İSLEM SURESI	✓
2	TANKERE DOLUM YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	25	27	30	1	✓
3	STOK TANKINA DOLUM YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	15	17	20	1	✓
4	IBC DOLUMU YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	43	45	47	1	✓

Şekil 8.1.3. Arena Simülasyon Programında Proses Durumları - İyileştirme Öncesi

Assign - Basic Process		
	Name	Assignments
1	GLENİUM URUNLER	2 rows
2	POZZOLITH URUNLER	2 rows
3	RHEOBUILD URUNLER	2 rows

Şekil 8.1.4. Arena Simülasyon Programında Proses Durumları - İyileştirme Öncesi

Record - Basic Process					
	Name	Type	Value	Record into Set	Counter Name
1	TANKER DOLUMU GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU GLENİUM URUNLER
2	TANKER DOLUMU POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU POZZOLITH URUNLER
3	TANKER DOLUMU RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU RHEOBUILD URUNLER
4	TANKER DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	DOLUM MİKTARI
5	STOK DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER
6	STOK DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER
7	STOK DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER
8	STOK DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUM MİKTARI
9	IBC DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER
10	IBC DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER
11	IBC DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER
12	IBC DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUM MİKTARI
13	PACAL URUNLER SAYILIYOR	Count	1	<input type="checkbox"/>	PACAL URUNLER SAYILIYOR

Şekil 8.1.5. Arena Simülasyon Programında Kayıt Durumları - İyileştirme Öncesi

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	KALİTE KONTROL ELEMANI	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	KAZAN	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
3	İSCI	Fixed Capacity	4	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.

Şekil 8.1.6. Arena Simülasyon Programında Çalışan Durumları-İyileştirme Öncesi

8.2. İyileştirme Sonrası Fabrika Üretim Maliyeti ve Simülasyon

Yapılan iyileştirmeler sonrası üretim miktarı %29 artış gözlemlenmiştir. Günlük kar oranında ise %21 artış sağlanmıştır.

Tablo 8.2.1. İyileştirme Sonrası Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç

İYİLEŞTİRME YAPILMADAN SONRA BİR PARTİ ÜRÜNÜN ÜRETİM MALİYETİ (10 TON)								
AKTİVİTE	ÜRETİM İŞLEMLERİ	OİS (dk)	İYK S (ÜE)	İYKS (KKE)	İM (TL/dk)	KKEM (TL/dk)	EMBO KM (TL)	TM (TL)
A	Ürün yapılacak olan karıştırıcı ve boşaltım hattı temizlenir.	15	4		13.2			13.20

		Temizlik amacıyla kullanılan su						4	4.00
B		Temizleme suyu IBC alanına başka bir üretimde kullanılmak üzere ayrılır.	2	4		1.76			1.76
C		Üretim reçetesi üretim personeline teslim edilir.	3	4		2.64			2.64
D		Üretim personeli reçetesinde yer alan hammaddeleri kontrol eder ve üretim alanına forklift ile getirilecek olanları getirir.	15	4		13.2			13.20
E		Birçok hammadde stok tanlarından bilgisayara yüklü kontrol sisteminden verilen komutlar ile karıştırıcıya yüklenmektedir. Çok az hammadde elle besleme yapılmaktadır.	5	4		4.4			4.40
F		Reçetede belirtildiği şekilde kişisel koruyucu ekipmalar kullanılarak ürün üretilir.	10	4		8.8			8.80
G		Üretim bittikten sonra kalite kontrol birimine onay/red vermesi için karıştırıcı içerisinden numune alınır.	5	4		4.4			4.40
H		Kalite kontrol numuneyi en az 5 parametreyi kontrol ederek onay/red verir.	15		3		8.1		8.10
	1	katı madde ölçümü	13		3		7.02	2.98	10.00

	2	ph ölçümü			3			0.05275	0.05
	3	yoğunluk ölçümü	5		3		2.7	0.0031	2.70
	4	viskozite ölçümü	0		3			0.105	0.11
	5	renk kontrolü	5		3		2.7		2.70
J		Onayı alınan ürün stok yapılacak ise stok tankına, sevki yapılacak ise tankere yüklemesi gerçekleşir.	24	5			26.4		26.40
I		Onay alamayan ürünler yeniden değerlendirilmek üzere paçal ürün alanına alınır.	15	4			13.2		13.20
K		Karıştırıcı bir sonraki üretime hazır bulunması için basınçlı su ile yıkanır.	15	4			13.2		13.20
		Temizlik amacıyla kullanılan su						4	4.00
L		Paçal yapılacak üründen yeniden değerlendirilmesi için Ar-Ge departmanına numune verilir.	10		3		5.4		5.40
M		Ar-Ge departmanı gerekliliğın yapararak, paçal reçetelerini oluşturarak üretime paçal reçetesi gönderir.	120		3		64.8		64.80

İyileştirme yapıldıktan sonra ARENA programında simülasyonu ayrıntıları aşağıda verilmiştir.

Create - Basic Process								
	Name	Entity Type	Type	Value	Units	Entities per Arrival	Max Arrivals	First Creation
1 ▶	SIPARASLER GELİYOR	Entity 1	Constant	10	Minutes	1	Infinite	0.0

Şekil 8.2.1. Arena Simülasyon Programında Gelişler Arası Süre - İyileştirme Sonrası

Decide - Basic Process				
	Name	Type	Percent True	
1 ▶	URUN TIPINE KARA VERİLİYOR	N-way by Chance	50	2 rows
2	URUN UYGUN MU	2-way by Chance	99	0 rows
3	DOLUM TIPINE KARAR VERİLİYOR	N-way by Chance	50	2 rows
4	TANKER DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows
5	STOGA DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows
6	IBC DOLUMU YAPILAN URUN TIPLERİ	N-way by Condition	50	2 rows

Şekil 8.2.2. Arena Simülasyon Programında Karar Durumları - İyileştirme Sonrası

Assign - Basic Process		
	Name	Assignments
1 ▶	GLENİUM URUNLER	2 rows
2	POZZOLITH URUNLER	2 rows
3	RHEOBUILD URUNLER	2 rows

Şekil 8.2.3. Arena Simülasyon Programında Ürün Tipleri - İyileştirme Sonrası

Process - Basic Process													
	Name	Type	Action	Priority	Resources	Delay Type	Units	Allocation	Minimum	Value	Maximum	Expression	Rt
1 ▶	KAZANDA İŞLEM	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	3 rows	Expression	Minutes	Value Added	5	1	1.5	KAZANDA İŞLEM SÜRESİ	✓
2	TANKERE DOLUM YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	25	27	30	1	✓
3	STOK TANKINA DOLUM YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	15	17	20	1	✓
4	IBC DOLUMU YAPILIYOR	Standard	Seize Delay Release	Medium(2)	1 rows	Triangular	Minutes	Value Added	43	45	47	1	✓

Şekil 8.2.4. Arena Simülasyon Programında Proses Durumları-İyileştirme Sonrası

Record - Basic Process					
	Name	Type	Value	Record into Set	Counter Name
1	TANKER DOLUMU GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU GLENİUM URUNLER
2	TANKER DOLUMU POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU POZZOLITH URUNLER
3	TANKER DOLUMU RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	TANKER DOLUMU RHEOBUILD URUNLER
4	TANKER DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	DOLUM MİKTARI
5	STOK DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER
6	STOK DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER
7	STOK DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER
8	STOK DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	STOK DOLUM MİKTARI
9	IBC DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN GLENİUM URUNLER
10	IBC DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN POZZOLITH URUNLER
11	IBC DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUMU YAPILAN RHEOBUILD URUNLER
12	IBC DOLUM MİKTARI	Count	1	<input type="checkbox"/>	IBC DOLUM MİKTARI
13	PACAL URUNLER SAYILIYOR	Count	1	<input type="checkbox"/>	PACAL URUNLER SAYILIYOR

Şekil 8.2.5. Arena Simülasyon Programında Kayıt Durumları - İyileştirme Sonrası

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	KALİTE KONTROL ELEMANI	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
2	KAZAN	Fixed Capacity	3	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>
3	İSCI	Fixed Capacity	6	0.0	0.0	0.0		0 rows	<input checked="" type="checkbox"/>

Double-click here to add a new row.

Şekil 8.2.6. Arena Simülasyon Programında Kapasite Durumları- İyileştirme Sonrası

Tablo 8.2.2. İyileştirme Sonrası Üretilen Ürün Miktarlar ve Toplam Kazanç

ÜRETİLEN ÜRÜN TİPLERİ	ÜRÜN MİKTARLARI (TON)	ÜRÜN MİKTARLARI (kg)	ORTALAM ÜRÜN BİRİM SATIŞ FİYATLARI (TL/kg)	KAZANÇ (TL)
GLENİUM ÜRÜNLER	280	280000	3.78	1,058,400.00 TL
POZZOLITH ÜRÜNLER	100	100000	1.26	126,000.00 TL
RHEOBUILD ÜRÜNLER	200	200000	2.35	470,000.00 TL
TOPLAM	580	580000		1,654,400.00 TL

Tablo 8.1.3. İyileştirme Sonrası Günlük Üretim Maliyeti ve Kar

BİR GÜNLÜK TOPLAM KAZANÇ-İYİLEŞTİRME ÖNCESİ	117,775.29 TL
BİR GÜNLÜK TOPLAM KAZANÇ-İYİLEŞTİRME SONRASI	1,654,400.00 TL
İYİLEŞTİRME İÇİN HARCANAN MALİYET(GÜNLÜK)	32,500.00 TL
NET KAR	1,504,124.71 TL

9. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışma sonucunda beton katkı ürünlerinde borik asidin kullanımı ile mevcut hammaddelerin kullanımını azaltmak ve mümkünse daha az girdi ile aynı performansı veya daha iyi performans sağlayacak şekilde yeni ürün geliştirmek. Performans kriterleri olarak beton sertleşme süreci, dayanım gelişimi, alev dayanıklılık, farklı kimyasallara dayanıklılık, su geçirimsizlik özellikleri incelenmiştir. İncelemeler deneysel yöntem kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan literatür araştırmaları durumuna göre ve yapılan deney sonuçlarına göre öngörülen sonuçlar aşağıdaki gibidir.

- Borik asidin yapı sektöründe kullanımı performans sonuçlarına bakıldığında hem çimento katkısı olarak hem de beton katkısı olarak kullanımı mümkündür.
- Kullanım yüzdesi %4 ün üzerinde çözünürlüğü nedeniyle mümkün değildir.
- Kullanıldığı katkı betona erken priz öteleme özelliği kazandırmakta, nihai dayanımı ise %20 lere kadar arttırmaktadır.
- Borik asit kullanımı ile katkılarda sıklıkla karşılaşılan bakteri sorunu için alternatif çözüm olabilmektedir. Hammadde fiyatı açısından fazla kullanımı maliyet arttırması mümkündür.
- Üretime adaptasyonu aşamasında ek yatırım gerektirmeden yapılabilmektedir.
- Üretim simülasyonu yapıldığında kazanda işlem için kuyrukta bekleme süresi ile IBC dolum için kuyruk oluşmaktadır.
- Kuyrukta bekleme süresini azaltmak için hem kazanda işlem yapacak hem de IBC dolumuna yardımcı olabilecek bir personel alınması gerekli olduğu görülmüştür.
- Üretim bölümüne bir işçisinin işe alınması ve kalite kontrol parametreleri gözden geçirilip parametrelerin azaltılması kazanda işlem süresini kısaltmıştır.

- Kazan yıkama işlemi için daha az zamanda daha az su kullanılarak hem zaman hem maliyet azaltılmıştır.
- Simülasyon sonrası yapılan düzenlemeler ile günlük toplam karlılık %21 arttırılmıştır.
- Yapılan iyileştirmeler ile toplam üretim kapasitesi arttırılmıştır.



10. KAYNAKLAR

- [1] Civelek H.ve ark. 1987, Kistler B.R. ve ark-.r1994, Özkan Ş.G. ve ark. 1997.
- [2] C. Helvacı, 5.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 13-14 Mayıs 2004, İzmir, Türkiye.
- [3] BOREN-2007.G0072 “Borlu aktif belit(BAB) çimentonun özellikleri ile klasik ve kütle betonlarında kullanılabilirliği.
- [4] Yenialaca Ç. “Bor Kullanım Alanları”, yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fizik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Ankara, (2009)
- [5] T. Ertün, G. Gürbüz, S. Türk, 2007, “Klinker üretiminde kolemanit kullanımının araştırılması ve çimento endüstrisinde uygulanabilirliği.
- [6] Davraz M. “The Effects of Boron Compounds on the Properties of Cementitious Composites” Science Direct, Vol. 17, No. 1, 2010.
- [7] TS EN 196-3, “Methods of testing cement-part 3: Determination of setting time and soundness”, TSE, Ankara, 2003
- [8] 20. TS EN 12390-3, “Testing hardened concrete-Part 3: Compressive strength of test specimens”, TSE, Ankara, 2002
- [9] Zeki A. “Etibank boraks fabrikası atıklarından ham boraks, saf boraks, borik asit, perborat üretim şartlarının araştırılması.”, yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1985.
- [10] Pehlivanoğlu H, Davraz M. Kılınçaslan Ş.“Bor Bileşiklerinin Çimento Priz Süresine Etkisi ve Denetlenebilirliği”, SDU International Technology Science, December 2013.
- [11] Özdemir A. “Bazı Yapı Malzemelerin Kapiler Su Emme Potansiyelleri” Araştırma Makalesi, 2002.
- [12] Akgün Onat M. “ Boya Fabrikası Üretim Sisteminin Simulasyonu” Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1998.
- [13] Bernhardt R, Willnow C “Cost Reductions via accurate controller simulation”, Elsevier 15th Triennial World Congress, Barcelona, Spain, 2002.

- [14] Çörekçioğlu S, “Üretim Etkinliğinin Arttırılmasında Simülasyon Yaklaşımı ve Üretim Atölyesinde Uygulama”, Gebze İleri Teknoloji Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gebze, 2010.
- [15] Chwastyk P. , Kołosowski M. ” Estimating the Cost of the New Product in Development Process”, Science Direct, 2013.
- [16] Kadarova J. , Teplicka K. , Durkacova M. Vida M.v “Target Costing Calculation and Economic Gain for Companies”, Procedia Economics and Finance, Science Direct, 2015.
- [17] Türk Z. , “Geleceğin Maliyetlerimim Kontrolünde Yeni Bir Yaklaşım: Hedef ve Kaizen maliyetleme”, D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:14, Sayı: I, Yıl:1999
- [18] Michalakoudis I. , Childs P. , Harding J. , “Using Functional Analysis Diagrams for Production Cost Optimization “EEE International Conference on Advanced Materials for Science and Engineering, IEEE-ICAMSE, 2016
- [19] Sancak E. , “Borlu aktif belit (BAB) çimentosu ile üretilen harçlarda kısa süreli donatı korozyonu davranışının araştırılması”, SAÜ Fen Bil Der 19. Cilt, 1, 2015.
- [20] Demirel B., Nasıroğlu S., “Bor Mineralleri ve Atıklarının Çimentoda Kullanılma Stratejileri”, Fırat Üniv. Müh. Bil. Dergisi,2017

ÖZGEÇMİŞ

1. Adı Soyadı : NAZLI ÖZER

İletişim Bilgileri

Telefon : 05319465271
Mail : nzl.ilaslan@gmail.com

2. Doğum Tarihi :1988

3. Ünvanı :Kimya Mühendisi

4. Öğrenim Durumu :LİSANS

Derece	Alan	Üniversite	Yıl
Lisans	Kimya mühendisliği	KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ	2006-2011
Yüksek Lisans	Endüstri Mühendisliği	MALTEPE ÜNİVERSİTESİ	2016-2018

5. Akademik Ünvanlar

6. Yönetilen Yüksek Lisans Tezi ve Projeler

2016-2018: Yüksek Lisans Bitirme Tezi:
Borik asittin beton katkı ürünlerinde kullanılabilirliğinin araştırılması ve maliyet analizinin yapılması.

2010-2011: Lisans Bitirme Tezi:

Kauçuk karışımlarında aromatik yağların azaltılması (Reducing of aromatic oils in rubber mixture). Uygulama DRC KAUÇUK ' firmasında yapılmıştır. (SAKARYA)

2010-2011: Lisans eğitimi bitirme projesi:

ASPEN TECH programı kullanarak amonyak üretim testisi tasarlamak. (Yer seçimi, girdiler, ürünler, yan ürün ve atıklar, enerji ihtiyacı, verimlilik, üretim miktarı gibi konuları kapsamaktadır.)