

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**SICAK SU BORUSU KONTROL VE TEST
OTOMASYONU, ÇİNKO OKSİT (ZnO) GÜNEŞ
HÜCRESİ ÜRETİMİ**

Mesut EKMEKÇİ

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Şule ERTEN ELA

Güneş Enerjisi Anabilim Dalı

Bilim Dalı Kodu : 625.05.04

Sunuş Tarihi : 05.01.2015

Bornova-İZMİR

2015

Mesut EKMEKÇİ tarafından yüksek lisans tezi olarak sunulan “Sıcak Su Borusu Kontrol ve Test Otomasyonu, Çinko Oksit (ZnO) Güneş Hücresi Üretimi” 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 05.01.2015 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

Jüri üyeleri

İmza

Jüri Başkanı

: Doç. Dr. Şule ERTEN ELA

Raportör Üye

: Doç Dr. Ceylan ZAFER

Üye

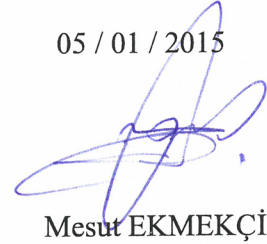
: Doç. Dr. Sibel KILINÇ ALPAT

EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sıcak Su Borusu Kontrol ve Test Otomasyonu, Çinko Oksit (ZnO) Güneş Hücresi Üretimi” 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.

05 / 01 / 2015



Mesut EKMEKÇİ

ÖZET**SICAK SU BORUSU KONTROL VE TEST OTOMASYONU,
ÇİNKO OKSİT (ZnO) GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ**

EKMEKÇİ, Mesut

Yüksek Lisans Tezi, Güneş Enerjisi Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Şule ERTEN-ELA
Ocak 2015, 99 sayfa

Bu tez iki çalışmadan oluşmaktadır. Tezin birinci çalışmasında ülkemizde ve dünyada yaygın olmayan ısıya dayanıklı PVC boru üretimi ve üretim esnasında yapılan kontrol testleri ve otomasyon sistemi incelenmiştir. Çalışma ile ilgili olarak bu alanda faaliyet gösteren ülkemizin önde gelen PVC üretim tesislerinden Plastsu Plastik firması ile ortak çalışılmıştır. PVC boru üretim ve otomasyonu için tüm ekipmanlar firmada kurularak faaliyete geçirilmiş, kurulan ekipmanın otomasyonu incelenerek tezde sunulmuştur. Tezin ikinci çalışmasında ise ZnO güneş hücreleri üretimi ve karakterizasyonları gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Ag katkılı ZnO nanoçubuk ve nanoçiçek yapılarda sentezlenmiş ve XRD, SEM ve EDX analizleri ile yapıları karakterize edilmiştir. Elde edilen ZnO nanoyapılı malzemeler boya duyarlı organik güneş hücrelerinde denenmiştir. J-V ve IPCE karakterizasyonları gerçekleştirilerek pil verimlilikleri karakterize edilmiştir.

Anahtar sözcükler: PVC, otomasyon, test, XRD, SEM, EDX, IPCE, ZnO, mikrodalga yöntemi, boya duyarlı güneş hücresi.

ABSTRACT**AUTOMATION AND CONTROL TEST AT HOT WATER PIPE,
PRODUCTION OF ZINC OXIDE (ZnO) SOLAR CELL**

EKMEKÇİ, Mesut

MSc in Solar Energy Department

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Şule ERTEN-ELA

January 2015, 99 pages

This thesis consists of two works. In the first work of this thesis, heat-resistant PVC pipe production which is not common in our country and at the world and production-process-control testings and automation systems were investigated. This study has accomplished in co-operation with Plastsu Plastic Company, leading and operating company in PVC pipe production in our country. All equipments for the production of PVC pipes were set up in the company and automation operations began after the examination of the automation equipments presented in the thesis. In the second work of the thesis ZnO solar cell production and characterization were carried out. In this context, Ag-doped ZnO nanorods synthesized in nanoflower structure and XRD, SEM and EDX structures analysis have been characterized. The obtained ZnO nanostructured organic materials have been used in dye-sensitized solar cells. JV and IPC characterizations were characterized by performing cells efficiency.

Keywords: PVC, automation, test, IPCE, XRD, SEM, EDX, ZnO, microwave method, dye sensitized solar cell.

TEŞEKKÜR

Bilim insanı olma yolundaki kapıyı aralayarak, bu yolda ilerlememe olanak veren, akademisyenlik yolunda, derslerde ve laboratuvar çalışmalarında yardımlarını, yol göstericiliğini esirgemeyen, bana her türlü imkanı sağlayan saygıdeğer Hocam Doç. Dr. Şule ERTEN ELA'ya teşekkürü bir borç bilirim. Tüm çalışmalarım da her zaman destek olan, yol gösteren ve moral veren Makine Yüksek Mühendisi Çağatay ELA'ya ayrıca teşekkür ederim.

Akademisyen olma yolunda attığım tüm adımlarda beni hiç yalnız bırakmayan ve maddi manevi olarak destek veren eşim Habibe EKMEKÇİ'ye ve oğlum Mustafa Emre EKMEKÇİ'ye tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ayrıca tüm çalışmalarım süresince bana yardımcı ve destek olan tüm arkadaşlarıma, Plastsu Plastik Ltd. Şti. yetkilisi Sayın Burçin Akkaş'a desteklerinden ötürü teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'nın 01136.STZ.2011-2 no.lu SANTEZ projesi kapsamında desteklenmiştir. Desteklerinden ötürü Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'na teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vii
ABSTRACT	ix
TEŞEKKÜR	xi
İÇİNDEKİLER	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiv
1. GİRİŞ	1
2. SICAK SU BORULARI	2
2.1 Dökme Demir Borular	2
2.2 Çelik Borular	2
2.3 Galvanizli Çelik Borular	2
2.4 Bakır Borular	3
2.5 Pirinç Borular	3
2.6 Beton Düz Borular	3
2.7 Plastik Borular	3

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3. PLASTİKLER (POLİMERLER)	4
3.1 Plastik Boru Yapımında Kullanılan Plastikler	5
3.2 Polivinilklorür (PVC)	5
3.3 PVC Plastik Borular	6
3.3.1 Plastik boruların avantajları	6
3.3.2 Plastik boruların dezavantajları	7
3.3.3 Plastik boru kullanımı	7
3.4 Plastik Boruların Kullanım Alanları İle İlgili Bazı Standartlar	8
4. PLASTİK BORU ÜRETİMİ (EXTRÜZYON)	9
5. PLASTİK BORU ÜRETİMİNDE OTOMASYON	10
5.1 Otomasyon	10
5.2 Ekstrüder (Plastik Boru Üretim) Makinası Otomasyonu	11
5.3 Kontrol Şeması	12
5.4 Burgu Isıtıcıları ve Fanları	13
5.5 Kafa Isıtıcıları	14

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.6 Extruder Makinesi Kontrol Paneli	15
5.6.1 Kumanda 1: ana sayfa	16
5.6.2 Kumanda 2: ayarlar	19
5.6.3 Kumanda 3: cihaz 1	21
5.6.4 Kumanda 4: cihaz 2	21
5.6.5 Kumanda 5: cihaz 3	22
5.6.6 Kumanda 6: cihaz 4	23
5.6.7 Kumanda 7: cihaz 5	24
5.6.8 Kumanda 8: cihaz 6	24
5.6.9 Kumanda 9: cihaz 7	25
5.6.10 Kumanda 10: cihaz 8	26
5.6.11 Kumanda 11: cihaz 9	26
5.6.12 Kumanda 12: cihaz 10	27
5.6.13 Kumanda 13: alarm	28
6. PLASTİK BORU ÜRETİMİNDE KONTROL VE TESTLER	29

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
6.1 Boyutsal Kararlılık Testi	29
6.2 Darbe Mukavemetine Dayanıklılık Testi	32
6.3 İç Basınç Testi	40
6.4 Yoğunluk Testi	46
7. KONTROL VE TEST OTOMASYONU UYGULAMALARI	52
7.1 Plastik Boru Üretimi	52
7.2 Plastik Boru Üretimi Kontrol ve Testleri	58
7.3 Sonuçlar	61
8. ÇİNKO OKSİT (ZnO) GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ.....	63
8.1 Enerji.....	63
8.2 Yenilenebilir Enerji	64
8.3 Güneş Enerjisi	64
8.4 Yalıtkanlar	65
8.5 İletkenler	66
8.6 Yarı İletkenler	66

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
8.7 ZnO	69
8.7.1 ZnO kristal yapısı	69
8.7.2 ZnO özellikleri	71
8.8 Güneş Pilleri	71
8.8.1 Güneş pili türleri	72
8.8.2 Organik boya duyarlı güneş pilleri	74
9. GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ İÇİN MALZEME SENTEZİ	78
9.1 Kullanılan Kimyasal Malzemeler	78
9.2 Mikrodalga Yöntemiyle Sentez	78
10. GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ DENEYSEL ÇALIŞMALAR	80
10.1 Materyallerin Karakterizasyonu	80
10.2 Gümüş Doplanan ZnO'lerin Sentezi	80
10.3 Güneş Hücresi Yapımı Ve Karakterizasyonu	81
11. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	82
11.1 Ag:ZnO Materyallerin X Işını Kırınımı (XRD) Analizi	82

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
11.2 Ag:ZnO Materyallerinin SEM Ve EDX Analizleri	84
11.3 Ag:ZnO Materyallerin DSSC'lerdeki Fotovoltaik Performansı	92
11. 4 Sonuç	94
12. GENEL SONUÇ	95
KAYNAKLAR DİZİNİ	96
ÖZGEÇMİŞ	99

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Bazı polimerler ve tekrarlayan üniteleri	4
4.1 Ekstrüder	9
5.1 Extruder çalışma diyagramı	11
5.2 Kontrol şeması	12
5.3 Burgu ısıtıcıları ve fanları	13
5.4 Kafa ısıtıcıları	14
5.5 Kontrol paneli	15
6.1 Darbe cihazı	34
6.2 Yoğunluk test cihazı	48
7.1 Üretim aşamaları	52
7.2 Karışım hazırlama tankı	53
7.3 Besleme hunisi ve extruder	54
7.4 Hamur haline getirilen hammaddenin kalıptan dışarı alınması	55
7.5 Soğutma hattı	55
7.6 Borunun dış yüzeyinin şekillendirilmesi	56

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.7 Borunun kesicilerle belli uzunluklarda kesilmesi	56
7.8 Boyutlandırılan boruların kontrol edilerek istifleme raflarına alınması	57
8.1 Yalıtkanın yapısı	65
8.2 Yalıtkan, yarıiletken ve iletkenlerin bant aralığı	66
8.3 Uyarılma ile gerçekleşen “elektron-boşluk çifti” nin oluşumu	67
8.4 Saf, n tipi ve p tipi yarı iletkenler	67
8.5 n tipi doplama (katkılandırma) ve p tipi doplama	68
8.6 ZnO’ in kristal yapıları	69
8.7 Wurtzite yapıdaki bir ZnO	69
8.8 Sıkı paketli wurtzite ZnO kristalleri	70
8.9 Hekzagonal bir hücredeki düzlemler ve doğrultular	70
8.10 Tek tabakalı güneş pili	74
8.11 Çift tabakalı güneş pili	75
8.12 Bulk heterojunction güneş pili	75

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
8.13 Organik boya esaslı güneş hücreleri genel şablonu (DSSC)	76
8.14 DSSC çalışma prensibi	77
9.1 Rutenyum Z-907 boyasının kimyasal yapısı	78
9.2 Laboratuvarında kullanılan mikrodalga fırın	79
11.1 Ag doplu ZnO örneklerin XRD analizi	82
11.2 Ag:ZnO %0.5 örneğin SEM görüntüsü, 2 µm (a), 1 µm (b)	84
11.3 Ag:ZnO %1 örneğin SEM görüntüsü, 2 µm (a), 1 µm (b)	85
11.4 Ag:ZnO %1.5 örneğin SEM görüntüsü, 2 µm (a), 1 µm (b)	86
11.5 Ag:ZnO %2 örneğin SEM görüntüsü, 2 µm (a), 1 µm (b)	87
11.6 Ag:ZnO %3 örneğin SEM görüntüsü, 2 µm (a), 1 µm (b)	88
11.7 Agdoplu ZnO örneklerin EDX analizi görüntüsü	91
11.8 Ag:ZnO meteryallerin DSSC performanslarının şematik çizimi	92
11.9 (a) J-V Eğrileri (b) Foton dönüşüm verimliliği (IPCE)	93

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
6.1 Duvar kalınlığı, doğruluk ve yuvarlama çizelgesi	31
6.2 Boru boyutu ve her bir çap için ölçüm sayısı çizelgesi	31
6.3 Anma dış çapı, çizgi sayısı ve en az numune sayısı çizelgesi	36
6.4 Et kalınlığı ve kondisyonlanma süresi çizelgesi	36
6.5 Şahmerdan ağırlığı ve yükseklik mesafesi çizelgesi	37
6.6 Darbe kriterleri	39
6.7 Kalınlık ve minimum şartlandırma süresi çizelgesi	45
7.1 Çalışma 1 sonuçları	58
7.2 Çalışma 2 sonuçları	59
7.3 Çalışma 3 sonuçları	59
7.4 Çalışma 4 sonuçları	60
11.1 Fotovoltaik performans çizelgesi	94

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**Simgeler****Açıklama**

η	Toplam pil verimi
C°	Celsius derece
λ	Dalga boyu
$h\nu$	Işık (foton)
A°	0.1 nanometre
I-V	Akım-Voltaj

Kısaltmalar**Açıklama**

FTO	Flor katkılı kalay oksit
CB	İletkenlik bandı
eV	Elektron volt
E_g	Bant aralığı enerjisi
E_c	İletim bandı enerji seviyesi
E_v	Valans bandı enerji seviyesi
E_f	Fermi Enerjisi

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
HOMO	En yüksek enerjili dolu orbital
LUMO	En düşük enerjili boş orbital
<i>I_{sc}</i>	Kısa devre akımı
<i>I_{mpp}</i>	Maksimum güç noktasındaki akım
MPP	Maksimum güç noktası
μ_e ve μ_h	Elektron ve boşluk hareketliliği
nm, μ m	Nanometre, mikrometre
VB	Değerlik bandı
<i>V_{oc}</i>	Açık devre gerilimi
<i>V_{mpp}</i>	Maksimum güç noktasındaki gerilim
ZnO	Çinko oksit
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
XRD	X-ışını difraksiyonu

1. GİRİŞ

Plastikler hafif olmaları, demir türevi malzemelere göre üretim sıcaklıklarının düşük olması, yüksek sıcaklıklara çıkılmadığı takdirde dayanıklı olmaları ve ucuz olmaları nedeniyle tercih edilmektedir. Ev aletlerinden tıbbi malzemelere ve otomotiv sektörü gibi geniş bir yelpazede kullanılmaktadırlar. (Nart, 2011) Ayrıca plastik malzemeler demir, tahta ve cam gibi malzemelerin yerine alternatif malzeme olarak da kullanılmakta ve her geçen gün yeni uygulamalara imkân sağlamaktadır. Gerek ekonomik, gerekse kolay uygulanabilir olması, kullanım ömrü boyunca bakım maliyetinin düşük olması, çevresel olarak geri dönüşüm ile değerlendiriliyor olması, plastiğin diğer maddelere göre tüketimini hızla artırmakta ve plastik tüketiminin fazlalığı, ülkelerin gelişmişliğinin de bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Dünya plastik tüketimini yönlendiren sektörlerin başında ambalaj sanayi % 29 ile birinci sırada olup, bunu % 24 ile inşaat sanayi izlemektedir. (Deveci, 2005)

Plastik boru üretiminde kullanılan makinaların düzgün ve hatasız çalışması, üretim esnasında yapılan kontrol ve testler üretilen plastik borunun kalitesini ve özelliklerini belirlemektedir. Bu yüzden makinaların kullanımı esnasında insan hatasından kaynaklanan problemleri en aza indirmek, enerji tasarrufu, olumsuz bir durumda ani müdahale ve makinaların sistemli çalışması için otomasyon sistemi ile makinaların çalışması ve kontrolünün sağlanması; test ve kontrollerin standartlara uygun yapılması önem arz etmektedir.

Bu çalışmanın amacı ülkemizde ve dünyada yaygın olmayan ısıya dayanıklı PVC boru üretimini ve kullanılan otomasyon sistemini incelemek; daha kaliteli ve daha yüksek sıcaklığa dayanan PVC plastik boru yapımı için PVC'ye farklı malzemeler karıştırarak yeni malzemeler elde etmek ve üretim esnasında yapılan kontrol testlerini yapmaktır. Ayrıca çinko oksit (ZnO) güneş hücreleri üretimi ve karakterizasyonlarını gerçekleştirmektir. Bu kapsamda, Ag katkılı ZnO nanoçubuk ve nanoçiçek yapılarında sentezlenerek XRD, SEM ve EDX analizleri ile yapıları karakterize edilecektir. Elde edilen ZnO nanoyapılı malzemeler boya duyarlı organik güneş hücrelerinde denenerek J-V ve IPCE karakterizasyonları gerçekleştirilerek pil verimlilikleri karakterize edilecektir.

2. SICAK SU BORULARI

Binalarda temiz su, pis su, ısıtma ve hava gazlı borularından başka şehirlerde ana su boruları şebekesinden petrol taşıma işlerinde buhar ve çeşitli sıvıları taşımada ve çatı konstrüksiyon elemanı olarak boruların kullanıldığı görülmektedir. Tesisatlarda kullanılan başlıca boru çeşitleri şunlardır;

2.1 Dökme Demir Borular

Bu borular TSE 14/34 maddelerine göre imal edilir. Piyasada; font, kır döküm yerine dökme demir ismi kullanılır. Bu borular belirli basınçta şehir suyu, hava gazı, basınçlı gaz ve sıvı iletir (Ertes Doğal Gaz, 2014).

2.2 Çelik Borular

Çeliğin sağlam ve esnek oluşundan dolayı bilhassa ince çaplı çelik borular döküm borularından daha çok kullanılmaktadır. Döküm borulara nazaran üretim, taşıma, kesme, eğme işini kaynaklı ve dişli birleştirme kolaylığı gibi avantajları vardır. Bu avantajlardan dolayı sıvı ve gazların iletimi yanında bazı çelik konstrüksiyon, inşaat işlerinde kullanılır. Çelik borular genellikle Çekme çelik boru (dikişsiz) ve kaynaklı (dikişli) boru olmak üzere 2'ye ayrılır (Ertes Doğal Gaz, 2014).

2.3 Galvanizli Çelik Borular

Bina temiz su tesisatında en çok kullanılan borudur. TSE 301 de çelik borular; hafif 1, hafif 2, orta ağır, yüksek basınca dayanıklı olmak üzere 5 gruba ayrılır. Sıhhi Tesisat işlerinde genellikle 3 tanesi kullanılır. Bunlar; 6-150mm anma çaplarında, 6-6.5m boyunda imal edilirler. Dikişli ve dikişsiz çelik borular birbirlerine vida ile eklenirler. Vidanın eklemelerinde boru ekleme parçaları kullanılır. Boru ekleme parçaları çelik, pirinç ve dökme çelik gibi malzemenen yapılır. Boru ekleme parçaları ve TSE 931 boru bağlantı parçaları vidalı bağlantıda kullanılacak özel parçalar standartlaştırılmıştır (Ertes Doğal Gaz, 2014).

2.4 Bakır Borular

Isıyı iyi iletiklerinden ısıtıcı borusu olarak kimya endüstrisinde, soğutma cihazlarında ve kolay bükülebildiği için sıhhi tesisatçılıkta ara borusu olarak büyük uygulama alanı vardır. Bakır boruların işlemleri kolaydır. Ancak günümüzde Bakır fiyatlarından dolayı çok fazla yapılmadığından dolayı her usta Bakır boru işçiliğini yapamamaktadır. Bakır boru işçiliğinde bükme işi büyük dikkat ister. Isıtma tesisatlarında ve çoğunlukla sıva üstü tesisatlarda bakır boru kullanılır. (Ertes Doğal Gaz,2014).

2.5 Pirinç Borular

Çekilmiş pirinç borular kullanma amacına göre 2'ye ayrılır. Çeşitli gaz ileten borular; bu borular tesisatta pek kullanılmaz. Ancak bu malzemedен sıhhi tesisat armatürleri ve ısıtma tesisatında kullanılan rekorlar, vanalar, radyatör muslukları yapılır. Kurşunlu Borular; bu boruların birleşiminde zehirli madde olduğu için tesisatçılıkta bilhassa, temiz su tesisatında kullanılmazlar. Bu borular genelde kirli su tesisatında kullanılmaktadır (Ertes Doğal Gaz, 2014).

2.6 Beton Düz Borular

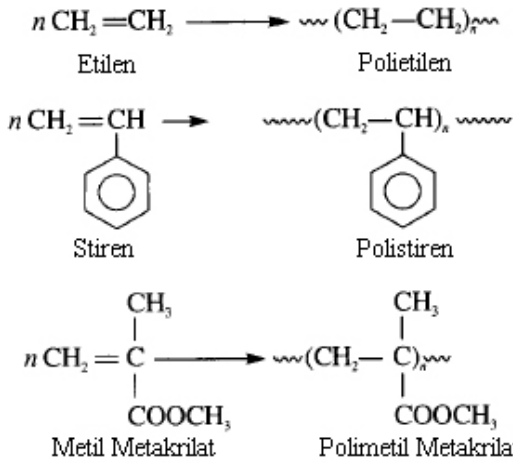
Dış mekan ve yağmur suyu tesisatında ucuzluğu ve işçiliğinin kolay oluşu sebebiyle beton borular çok kullanılırdı. Ancak günümüzde beton düz boru yerine artık PVC plastik borular kullanılmaktadır (Ertes Doğal Gaz, 2014).

2.7 Plastik Borular

Polietilen (PE), polivinilklorur (PVC), polipropilen (PP), çapraz bağlı polietilen (PEX), cam takviyeli polyester (CTP), akrilonitril-butadien-stiren (ABS), polibutilen (PB) gibi plastik malzemelerden yapılan borulardır. Geniş bir kullanım alanı vardır.

3. PLASTİKLER (POLİMERLER)

Maddenin en küçük yapı taşı olan atomların bir zincirin halkaları gibi birbirine bağlanarak oluşturduğu büyük molekül yapıli sentetik maddelere plastik (polimer) denilmektedir. Plastik terimi genelde sanayide kullanılan bir terimdir ve bilimsel olarak polimer ile aynı anlama gelmektedir. Bir monomer, polimerizasyon neticesinde başka monomer molekülleri ile birleşerek; tekrarlanan ünitelerden oluşan çok uzun bir zincir şeklinde bir makro molekül meydana getirmektedir (Şekil 3.1). Böylece çeşitli monomerler veya monomer kombinezonu kullanılarak çeşitli tipte plastikler elde edilmektedir. Polimerler zincir yapısı göz önüne alındığında, tek zincirli ve ağ yapı olmak üzere iki alt kategoriye ayrılabilirler. Tek zincirli lineer moleküllerdir ve zincir yapısında dallanmalar olabilir. Ağ yapıda ise moleküler zincirler kimyasal bağlarla birbirlerine bağlanmışlardır ve bu nedenle ağ yapı kendi başına büyük bir moleküldür (Braydson, 1999).



Şekil 3.1 Bazı polimerler ve tekrarlayan üniteleri (Braydson, 1999)

Genel olarak plastikler üç gruba ayrılır. Termoplastikler; çapraz bağ yapmamış sistemlerdir. Sıcaklık artırıldığında akışkanlaşırlar ve sıcaklık düşürüldüğünde tekrar katı hallerine dönerler. Sentetik elastomerler; termoplastiklerin bir örneğidir, ancak bunlar yumuşatılmış durumdadırlar. Akışkanlık özelliği göstermelerinin yanı sıra, çapraz bağlanma ile ağ yapı oluşmasından sonra akışkanlıklarını yitirirler ancak şekillerini korurlar.

Termosetler; isimlerini çoğunlukla yüksek sıcaklıklarda oluşan reaksiyonlar sonucu ağ yapının oluşmasından alırlar. Termoset malzemeler sıcaklık artışı ile sertlik veya rijitliklerinde artma göstermezler, yumuşarlar ama akışkanlık kazanmazlar (Vegt, 2002; Deveci, 2005).

Kullanım amacına göre katılan kimyasal maddeler plastıklere değişik özellikler kazandırmaktadırlar. Plastik boru sektöründe farklı amaçlarla kullanılmak üzere değişik hammaddelerden plastik boru üretilmektedir (Duran, 2005).

3.1 Plastik Boru Yapımında Kullanılan Plastikler

Plastik boru yapımında plastik malzeme olarak polietilen (PE), polivinilklorür (PVC), polipropilen (PP), çapraz bağlı polietilen (PEX), cam takviyeli polyester (CTP), akrilonitril-butadien-stiren (ABS), polibutilen (PB) ve teflon türleri kullanılmaktadır.

3.2 Polivinil Klorür (PVC)

Polivinil klorür, (genelde kısaltılmış olarak PVC diye kullanılır) oldukça geniş kullanım alanı olan bir plastiktir. Kimya endüstrisinde en değerli ürünlerden biridir. Ticari PVC genelde amorf polimer olup %5 oranında küçük ve düzgün olmayan kristaller içerir. Kristallerin boyut ve mükemmelliğinde artış, PVC'nin erime noktasında ve camsı geçiş sıcaklığında yükselişe neden olur. Kristalik yapının artmasıyla kırılma direnci de artar. Plastikleştirici içeren PVC'nin kristalliği ve gerilme direnci fazla, plastikleştirici içermeyen PVC'nin kristalliği ve gerilme direnci ise azdır. Kristalin yapısı fazla olan yumuşak PVC'nin çözünürlüğü, kristallik yapısı az olan sert PVC'ye göre daha azdır (Aydın, 2004).

Dünyada PVC'nin % 50'den fazlası yapı sektöründe kullanılır. Bina malzemesi olarak, PVC ucuz ve kolay monte edilebilirdir. Son yıllarda, PVC geleneksel yapı malzemeleri olan ahşap, beton ve kilin birçok alanda yerini almıştır. İdeal yapı malzemesi olmasına rağmen, çevre ve insan sağlığı için PVC hakkında kaygılar vardır (P. K. S., 2014).

PVC'nin kullanım alanları arasında, kapı ve pencere profilleri, vinil cephe kaplaması, boru ve tesisat malzemeleri, elektrik kabloları, döşeme, hobi malzemeleri sayılabilir. Esnek ve ucuz olması nedeni ile malzeme su ve atık su endüstrisinde boru hatları için çok yaygın olarak kullanılır. Son 50 yıldır sağlık sektöründe de kullanıma girmiştir. Parenteral kullanılan sıvıların, kan ve kan ürünlerinin torbalarında ve transfüzyon setlerinde, kateter, kanül ve drenlerde, stoma ürünlerinde ve daha bir çok yerde PVC'ye rastlamaktayız (P. K. S., 2014).

3.3 PVC Plastik Borular

Polivinil klorür (PVC) boruları sert ve yumuşak yapıdırlar. Bu boruların dayanımı fazla olduğundan et kalınlıkları az olur. Plastik boruların paslanması söz konusu değildir. Fakat uzama özelliği fazladır. Bundan dolayı Isıtma tesisatında folyolu veya cam elyafı boru kullanılmaktadır. PVC boruları başlıca içme suyu, petrol gibi sıvıların iletilmesinde ve toz şeklindeki malzemelerin taşınmasında kullanılır (Ertes Doğal Gaz, 2014).

Plastik borular günlük yaşantımızda çok fazla kullanılmaktadır. Binalarda, yollarda, su taşımada, tarımda gün geçtikçe artan miktarlarda kullanılmaktadır. Aslında kauçuktan imal edilmemiş, hortumlar da plastik boru olarak ele alınabilir. Plastik borular çoğu kez temiz veya pis su taşımak amacıyla kullanılır. Bunun dışında koruyucu olarak ve ayrıca baska sıvıların aktarılması amacıyla da kullanılmaktadır (Makine Mühendisleri Odası, 2015).

3.3.1 Plastik boruların avantajları

1. Korozyona uğramaz ve pas yapmaz.
2. Kireçlenme oluşmaz.
3. Küflenme olmaz.
4. Takılması, taşınması daha kolaydır.
5. Daha uzun ömürlüdür.

6. Atık sularda bulunan kimyasallardan etkilenmez.
7. Korozyona karşı yüksek mukavemet gösterir.
8. Sismik hareketlerden etkilenmez.
9. Ağır trafik ve toprak yüklerine karşı dayanıklıdır.
10. En az 50 yıl boyunca sorunsuz çalışır.
11. Aşınmaya karşı dayanıklılığı en fazla olan malzemedir.
12. İç içe yüklenebildiğinden nakliyesi ve stok sahası yönünden avantajlıdır.
13. İşletme maliyetleri diğer boru sistemlerine göre daha düşüktür.
14. % 100 Sızdırmazlık sağlanır.
15. Firesiz çalışma imkânı sunar.
16. Tamir ve bakımı oldukça kolaydır.
17. Bitki ve ağaç kökleri boru içine giremez.

3.3.2 Plastik boruların dezavantajları

1. Henüz pahalıdır.
2. Isı genleşmesi yüksektir.
3. Kullanım alanına bağlı olarak sınırlamalar mevcuttur. Özellikle yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklıkta kullanımı söz konusu ise, plastik cinsinin iyi seçilmesi gerekir.
4. Yer üstü döşemelerde güneş radyasyonu etkisiyle meydana gelen ısı kazancı, sıcaklık ve basınç artışına yol açmaktadır. Sıcaklık ve basınçtaki bu artış gömülü kısımları da etkilemektedir. Basınç artışı malzeme limitlerine ulaşabilmekte ve sisteme zarar verebilmektedir.

3.3.3 Plastik boru kullanımı

Genel olarak plastik boruların en çok kullanıldığı alanlar şunlardır;

1. Şebeke Sistemleri
 - Doğalgaz taşıma sistemleri
 - Temiz ve atık su taşıma sistemleri

Sıcak su ve jeotermal su taşıma sistemleri

2. Tarımsal Sulama

Basıncılı sulama sistemleri

Yağmurlama sulama sistemleri

Damla sulama sistemleri

Yarı açık su iletim sistemleri

Derin kuyu boruları

Sondaj boruları

Sera ısıtma boruları

3. Isıtma Sistemleri

Folyolu plastik borular

Kalorifer tesisat sistemleri

Yerden ısıtma sistemleri

3.4 Plastik Boruların Kullanım Alanları İle İlgili Bazı Standartlar

Sert PVC pis su boruları (TSE 275)

Polietilen borular (TSE 4J8)

Polipropilen borular (DIN 8077/8078)

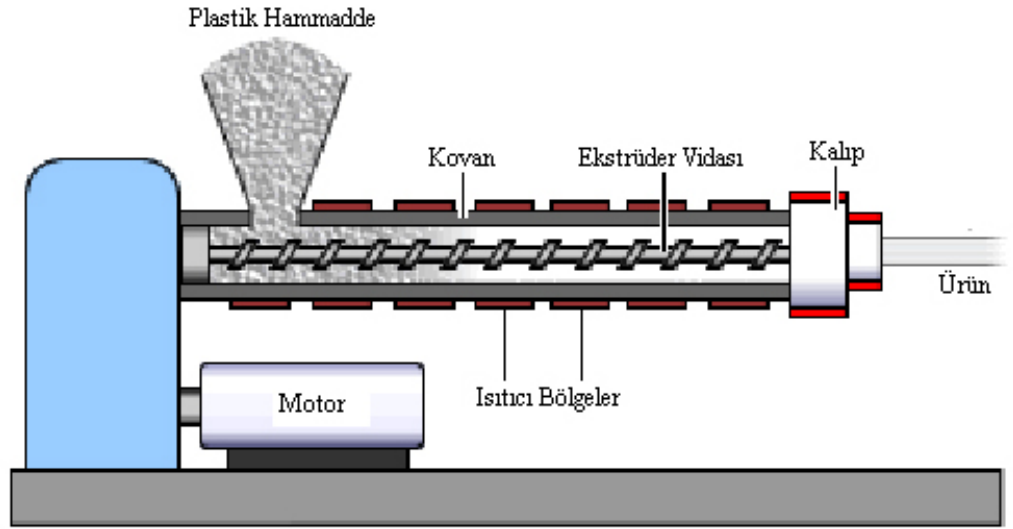
Derin kuyu sert PVC boruları (DIN 4925)

Çapraz bağlı polietilen boru (DIN 16893) (Makine Mühendisleri Odası, 2015)

4. PLASTİK BORU ÜRETİMİ (EXTRÜZYON)

Ekstrüzyon en sık kullanılan plastik işleme yöntemlerinden birisidir. Termoplastik malzemelerin ekstrüzyonu için ilk makine (ekstrüder) 1935 yıllarında Paul Troseter tarafından Almanya’da yapılmıştır (Rauwendaal, 2001).

Genellikle granül ya da toz halinde bulunan plastik hammaddesi bir besleme tankından ekstrüder vidasına beslenir (Şekil 4.1). Plastik vida kovanı boyunca, kovan etrafındaki ısıtıcılar ve vidanın dönmesi ile içeride oluşan “kesme” ile ısınarak hareket eder. Plastiğin sıkışması için vida dişlerinin derinliği vida boyunca azalır. Ekstrüder çıkışında plastik eriyiği istenilen şekilde bir ekstrudat oluşturulmak üzere bir kalıptan geçer ve ürün oluşur. (Vegt, 2002; Crawford, 2002; Deveci, 2005) .



Şekil 4.1 Ekstrüder (Deveci, 2005).

5. PLASTİK BORU ÜRETİMİNDE OTOMASYON

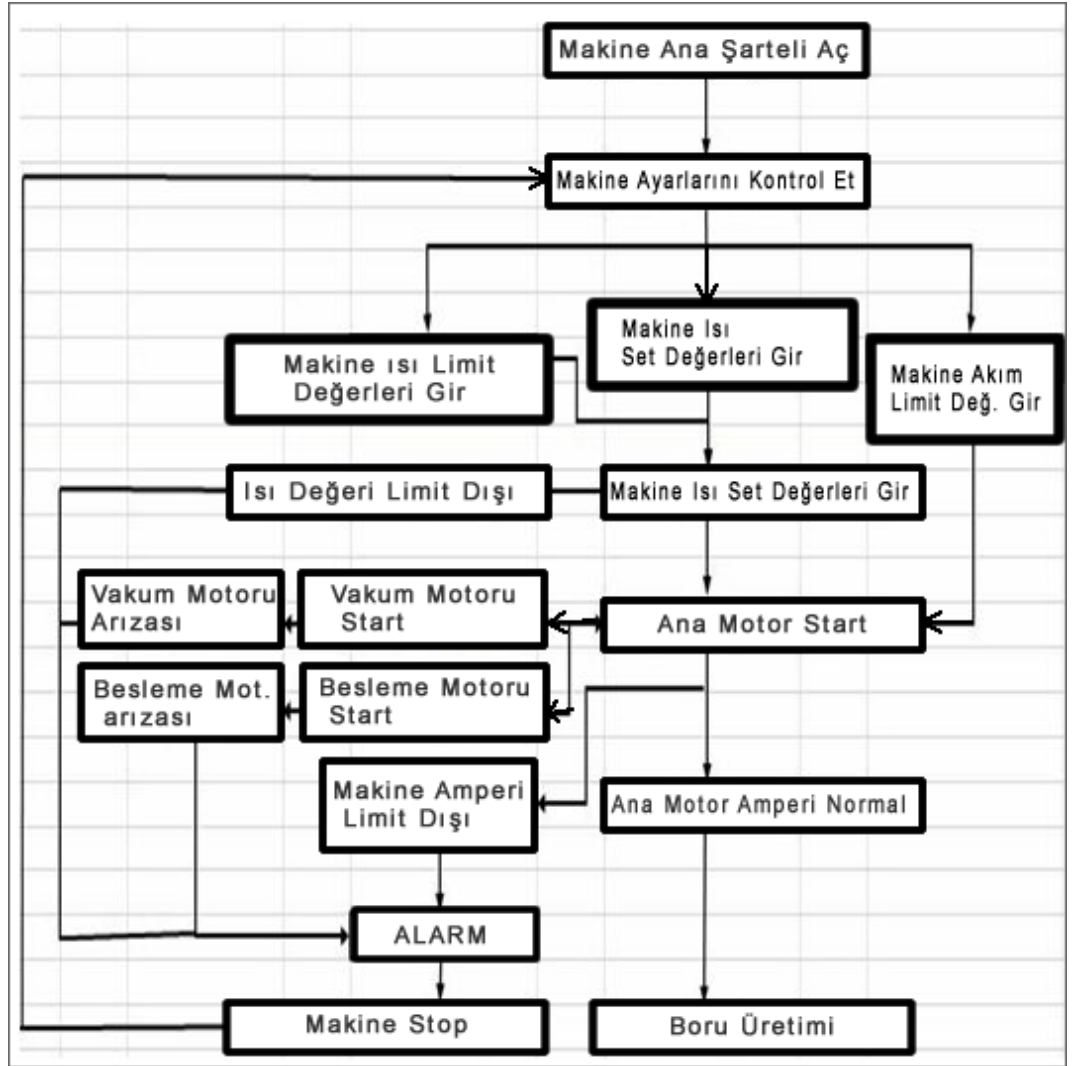
5.1 Otomasyon

Üretimin çalışanların sayısı ve performansına bağlı olduğu, ne kadar çok işçi o kadar çok iş anlayışının hakim olduğu ve kalite probleminin aşamadığı anlayıştan sonra otomasyon ve kontrol sistemlerine geçiş yapılmıştır. Endüstriyel otomasyon; teknik proseslerin gerçekleşmesinde insanın bizzat üretim yapma görevini, otomatik üretim ve bunu kontrol etme görevine dönüştüren bir sistemdir. Kontrol; otomasyon cihaz ve sistemleri kullanarak otomatik çalışmayı üretim için kullanmayı ve yönlendirmeyi sağlar. Yani işletme için gerekli olan gözlem, denetleme, veri toplama, geri bildirim ve müdahalenin otomatik olarak yapılmasıdır.

Otomasyon üretilen ürüne bağlı değildir. İşletmeyi ve süreci ilgilendiren bir yapıdır. Önemli olan üretilen ürün ne olursa olsun işletmenin düzgün kontrol edilmesidir. Çünkü ancak düzgün ve düzenli kontrol edilen bir üretim tesisinde kaliteli ürün elde edilebilir. Günümüzde modern otomasyon sistemlerinin birçok özellikleri vardır. Bunlar; malzeme akışının kontrolü (giriş/çıkış dahili hareketler), seviye ve sıcaklık kontrolü, malzeme hakkında veri iletimi, giriş ve çıkış malzeme akışlarının karşılaştırılması; motor, anlık yükler, çalışma süreleri ve bakım ile ilgili bilgilerin kayıtları, işlemlerin istatistiği ve raporlarıdır. Günümüzde modern kontrol sistemlerinin birçok faydası vardır. Bunlar; veri iletiminde kolaylıklar (dijital bilgi), güvenlik kontrolü (alarmlar hakkında sürekli bilgi), hızlı işlem ve yüksek kalitede üretimdir (Gökmen, 2010).

5.2 Ekstrüder (Plastik Boru Üretim) Makinası Otomasyonu

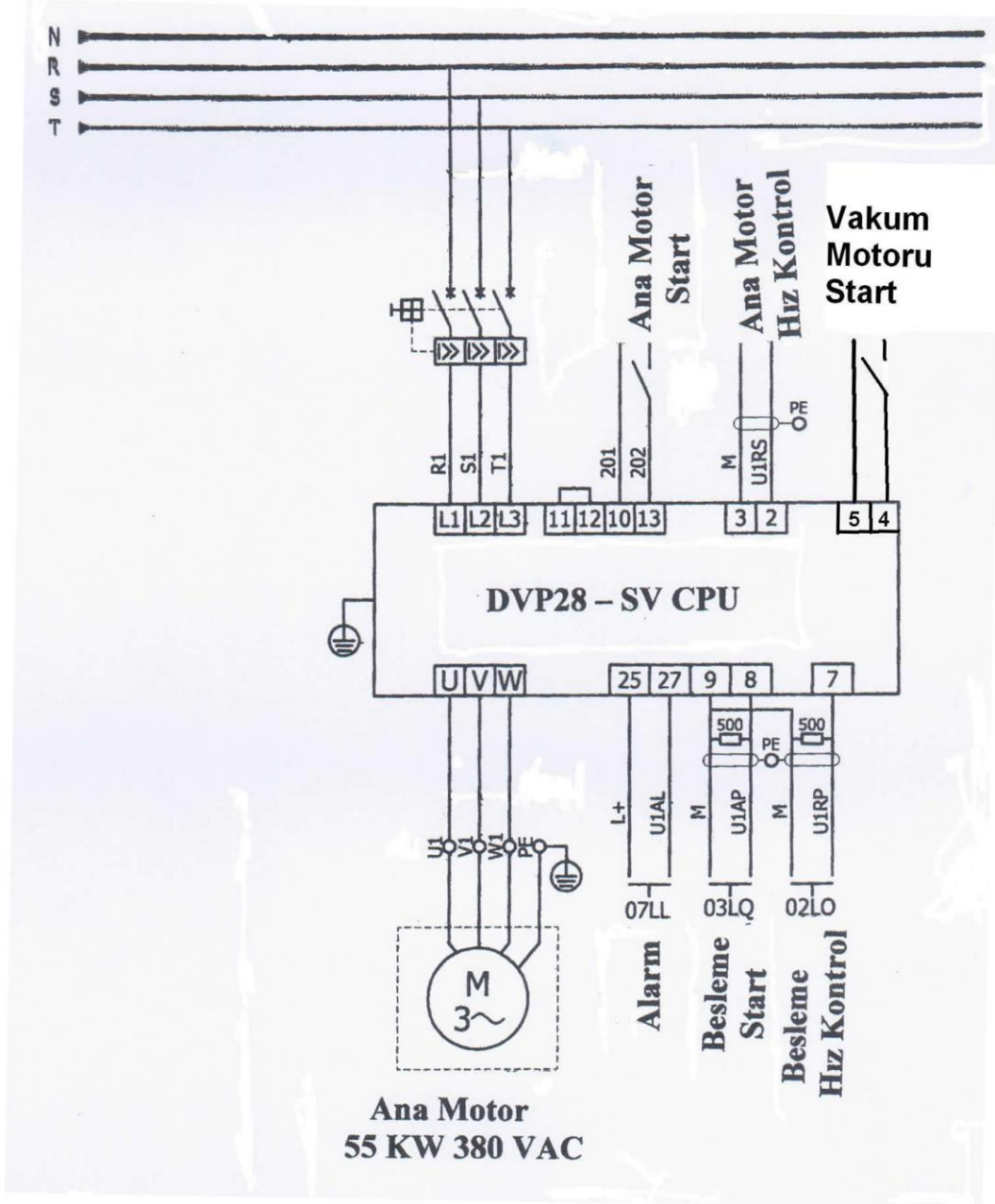
Bu çalışmada plastik boru üretiminde kullanılan ekstrüzyon makinasının otomasyonu incelenmiştir. Makine özel yazdırılmış bir program ile otomatik olarak kontrol edilmektedir (Şekil 5.1). Bu sayede kafa ve burğu bölgesi ısı değerleri, besleme ve vakum motoru daha verimli bir şekilde kontrol edilebilmekte olup alarm fonksiyonu ile de olası problemler belirlenebilmektedir.



Şekil 5.1 Extruder çalışma diyagramı

5.3 Kontrol Şeması

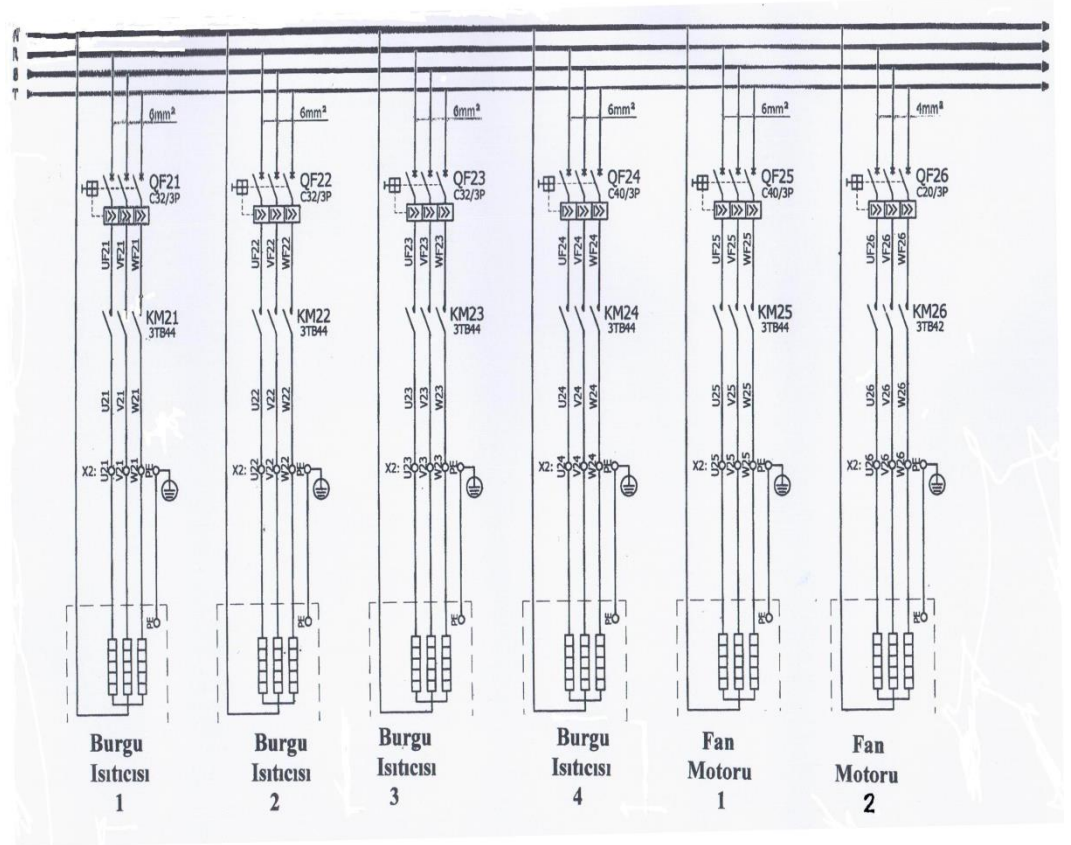
Bu şemada ana motor kumandası, besleme motoru kumandası ve vakum motoru kumandası görülmektedir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2 Kontrol şeması

5.4 Burgu Isıtıcıları ve Fanları

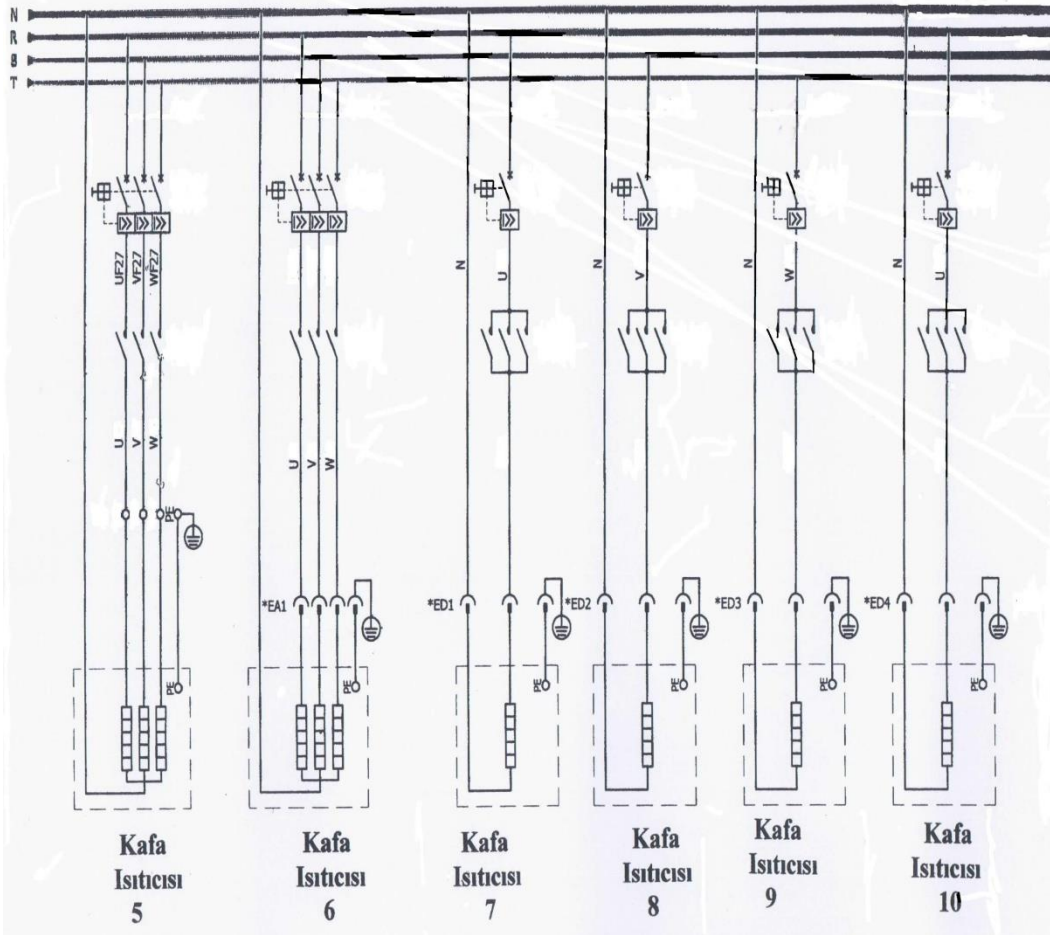
Bu şemada 4 adet burgu ısıtıcısı ve 2 adet fan motoru bağlantı şeması görülmektedir. Bütün rezistanslar ve fanlar trifazdır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3 Burgu ısıtıcıları ve fanları

5.5 Kafa Isıtıcıları

Bu şemada 6 adet kafa rezistans bağlantı şeması görülmektedir. Kafa 5 ve kafa 6 rezistansları trifaz, diğer 7-8-9-10 kafa rezistansları ise monofazdır (Şekil 5.4).



Şekil 5.4 Kafa ısıtıcıları

5.6 Extruder Makinesi Kontrol Paneli



Şekil 5.5 Kontrol paneli

Kontrol paneli 13 kumandadan oluşmaktadır.

Kumanda 1: Ana Sayfa

Kumanda 2: Ayarlar

Kumanda 3: Cihaz 1

Kumanda 4: Cihaz 2

Kumanda 5: Cihaz 3

Kumanda 6: Cihaz 4

Kumanda 7: Cihaz 5

Kumanda 8: Cihaz 6

Kumanda 9: Cihaz 7

Kumanda 10: Cihaz 8

Kumanda 11: Cihaz 9

Kumanda 12: Cihaz 10

Kumanda 13: Alarm

5.6.1 Kumanda 1: ana sayfa

Makine ana şalterini kaldırdığımız zaman makine üzerindeki kontrol paneli açılış sayfası ana sayfadır.

Ana sayfa üzerinde

- a) Kafa ve Burgu bölgesi ısı değerleri
- b) Tek set yolla (Kısa yol)
- c) Extruder resmi ve ısı bölgeleri
- d) Vakum motoru kontrol bölümü
- e) Besleme motoru kontrol bölümü
- f) Alarm Bölümü
- g) Ana motor kontrol bölümleri vardır.

a) Kafa ve burgu bölgesi ısı değerleri

Bu bölümde 10 adet ısı bölgesi ve 2 adet fan ile soğutma kontrol edilmektedir. Isıtıcı set değerleri (SV), referans değerleri (PV) ve fan farkları bölümleri vardır. Makineyi çalıştırmadan önce ısı değerleri Set değerleri (SV) bölümüne yazılır.

Kafa bölgesi 5: 185	Burgu bölgesi 1: 180
Kafa bölgesi 6: 185	Burgu bölgesi 2: 180
Kafa bölgesi 7: 185	Burgu bölgesi 3: 185
Kafa bölgesi 8: 185	Burgu bölgesi 4: 185
Kafa bölgesi 9: 190	Fan Farkı 1 : 3
Kafa bölgesi 10: 195	Fan Farkı 2 : 3

Normal şartlarda makinenin çalışma ısı değerleri bu şekilde ayarlanır ve bu değerler referans değerlerinden takip edilir. Set değerleri (SV): İstenilen ısı değerleri. Referans değerleri (PV): Ölçülen değerlerdir. Fan farkları ise burgu bölgesi 3 ve 4'nolu ısıtıcıların fan soğutma aralığıdır. 3 derece olarak ayarlandığı zaman istenilen ısı değeri de 185 olduğuna göre +3 derecelik bir ısı fark aralığında fan soğutmalar çalışacaktır.

b) Tek set yolla (Kısa yol)

Ekranın en solunda ısı değerlerinin yanında tek set yolla denilen bölüm bütün ısı değerlerini tek bir seferde yazabilmek için kullanılan kısa yol tuşudur. Tek set yolla bölümüne 185 derece değer girip “Gönder” tuşuna 2 saniye boyunca basıldığı zaman bütün ısılar 185 derece değerine ayarlanır ve referans değerlerinden (PV) takip edilebilir.

c) Extruder Resmi ve Isı Bölgeleri

Ekranın alt tarafındaki Extruder resminde ısı bölgeleri gözükmetedir. Bu ısı bölgelerinin üzerindeki numaralara bastığımız zaman o bölgenin ısı sayfası açılmaktadır. Farz edelim 5'nolu ısı bölgesine dokunduğumuz zaman Cihaz 5 (Kafa bölgesi 5) in bulunduğu sayfa açılır. Açılan sayfa hangi ısı bölgesine ait ise o ısı bölgesini kapatıp açabiliriz veya ısı ölçümünde kullanılan sıcaklık sensörü cinsini değiştirebiliriz.

d) Vakum Motoru Kontrol Bölümü

Ekranın alt tarafında Extruder resminin sol alt kısmında vakum motoru resmi ve onu kumanda eden start tuşu vardır. Burada vakum motorunu çalıştırıp kapatabiliriz.

e) Besleme Motoru Kontrol Bölümü

Ekranın orta bölümünde besleme motorunun kumanda tuşları vardır. Buradan invertöre start verebiliriz ve çalışma Hz, Amper ve rpm (devirini) görebiliriz. Buradaki devir kontrolümüzün amacı burguya istenen ölçüde hammadde girişi sağlayarak herhangi bir sıkışmayı önlemektir.

f) Alarm Bölümü

Ekranın sağ üst köşesinde Alarm bölümü vardır. Makine, çalışmadan önce veya çalışma esnasında herhangi bir acil durumla karşılaştığı zaman bu bölümde uyarı verir, alarm sinyali yanar. Ekranda hatanın ne olduğu yazar ve bu hata giderilmediği sürece alarm ekrandan silinmez. Örnek olarak; ısılar düşük, motor amperi yüksek, vakum motoru çalışmıyor gibi.

h) Ana motor kontrol bölümü

Ekranın sağ alt köşesinde ana motor kumanda bölümü vardır. Bu bölümde ana motorun invertörü çalıştırılır. Buradan çalışma Hz, motorun amperini ve çalışma devrini görebiliriz. Buradaki devir kontrolünde makinenin çalışma verimini ayarlayabiliriz. Büyük çaplarda daha yüksek küçük çaplarda ise kafa basıncında artmalar olacağından daha düşük devirlerde çalışma yaptırılabiliriz.

5.6.2 Kumanda 2: ayarlar

Bu bölüm makinenin koruma parametrelerini ayarladığımız bölümdür. Bu sayfa 4 bölümden oluşmaktadır.

- a) Alt Limit Sıcaklık Ayarı
- b) Fan Sıc. Ayarı ve Manuel
- c) Besleme Motor Ayarları
- d) Ana Motor Ayarları

a) Alt limit sıcaklık ayarı

Bu bölümde burgu bölgesi ve kafa bölgelerinin ısı değerlerinin alt limitleri (SV) belirlenir. Referans değerleri (Ölçüm değerleri) alt limit değerleri altında kalırsa makine alarm verir ve personeli uyarır. Hangi bölgede ısı arızası olduğunu ekranda belirtir. Örnek olarak burgu bölgesi 4 (SV) ü 150 °C de ayarladığımızda ölçülen (PV) 150 °C den düşük ise makine düşük ısı alarmı verir. Personel bu arızayı giderene kadar ekrandan silinmez. Eğer ki bu düşük ısı alarmı bütün bölgelerde var ise makine çalışmaz, çalışıyorsa da kendini durdurur. Durdurma sebebi ise hammadde ısınmadan çıkıp arızalı bir duruma sebep vermeyeceğindedir. Buradaki 10 bölgeye de ısı değerleri verilir. Aynı işlem kısa yol tuşu olan tek set yolla ile de yapılabilir. Buraya herhangi bir değer verilip “Gönder” tuşuna 2 saniye boyunca basılı tutulunca her bir bölüme aynı değer girilmiş olur.

b) Fan sıcaklık ayarı ve manuel ayarlama

Bu bölümde burgu bölgesi 3 ve burgu bölgesi 4 bölümlerindeki fan soğutucularının çalışma aralıkları ayarlanır ve fan arızalarında fanları durdurmak ve manuel çalıştırmak için kullanılır. Fan farkı 1. bölümü 3 derece, fan farkı 2. bölümü 3 derece olarak ayarladığımızda 3. ve 4. bölgelerdeki ısılar istenilen değerden 3'er derece arttığı zaman fan devreye girer ve o bölümü soğutur. Bu bölümdeki fan çalışma sisteminin sebebi burgu ile kafa bölgesinin tam birleşim yeridir ve buradaki ısı değerleri diğer bölgelere göre daha hassastır.

c) Besleme motor ayarları

Bu bölüm besleme motorunu ana motordan bağımsızlaştırmak için kullanılır. Normal bir çalışma esnasında ana motor ve besleme motoru beraber çalışır. Ana motor çalışmaya başladığı zaman besleme motoru da devreye girer ve ana motora paralel olarak devri yükselir. Ana motor acil bir durumda durduğu zaman besleme motoru da durur. Aynı olay besleme içinde geçerlidir. Besleme motoru durduğu zaman burgu içinde mal kalmayıp boru kopacağı için ana motorda durur. Anormal bir durumda yani hammadde ile alakalı bir durumda hammaddeyi makine silosundan dışarıya boşaltmak ve besleme motorunu tek çalıştırmak için santral devrede tuşuna basarak santrali devre dışı bırakıp besleme motorunu ana motordan bağımsız çalıştırabiliriz. Bu bölümde de ana sayfada olduğu gibi motorun invertörünün Hz, Amper devrini görebiliriz.

d) Ana motor ayarları

Bu bölümde ana motorumuzun akım limitini belirleyip bu akım limiti ile motoru koruyabiliriz. Akım limiti bölümüne amper cinsinden bir değer verilir. Normal çalışma değerimiz 40-65 Amper aralığındadır. Biz bu bölümü 70 Amper olarak belirler ve süre olarak da herhangi bir saniye değeri gireriz. Örnek olarak 2 sn. belirlersek ana motor 2 saniye boyunca 70 amperde çalışırsa hemen alarm verir ve kendini kapatır. Motordaki amper yüksekliği kafa basıncındaki zorlama ile eş değer olduğundan burgularda herhangi bir kırılmaya sebebiyet vermemek için ana motor kendini korumaya alır ve makine kapanır. Ekranda alarm

bölümünde motor amperi limit dışı ikazı verir. Personel de makinedeki zorlamayı tespit eder. Ayrıca bu bölümde de santral devrede tuşuna basarak santrali devre dışı bırakarak ana motoru besleme motorundan bağımsız çalıştırabiliriz. Bunun sebebi ise ana motor arızalarını kontrol etmektir.

5.6.3 Kumanda 3: cihaz 1

1. Kanal Genel Ayarları sayfası burgu bölgesi 1'in ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde Kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc'ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 1 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısıısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabiliriz.

5.6.4 Kumanda 4: cihaz 2

2. Kanal Genel Ayarları sayfası burgu bölgesi 2'nin ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde Kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır.

Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 2 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabiliriz.

5.6.5 Kumanda 5: cihaz 3

3. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 3’ün ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde Kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise "stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 3 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabiliriz.

5.6.6 Kumanda 6: cihaz 4

4. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 4’ün ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde Kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik. Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 4 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabiliriz

5.6.7 Kumanda 7: cihaz 5

5. Kanal Genel Ayarları sayfası burgu bölgesi 5'in ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise "stop, start yap" tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. "Auto Tunning Start" tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün "plc"ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc'ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise "Kanal 5 Devrede" tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında "plc"den bağımsız şekilde tamirini yapabiliriz.

5.6.8 Kumanda 8: cihaz 6

6. Kanal Genel Ayarları sayfası burgu bölgesi 6'nın ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise "stop, start yap" tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. "Auto Tunning Start" tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün "plc"ye tanıtımı

gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc'ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 6 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabilmekteyiz.

5.6.9 Kumanda 9: cihaz 7

7. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 7'nin ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc'ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik. Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 7 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabilmekteyiz.

5.6.10 Kumanda 10: cihaz 8

8. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 8’in ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik. Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 8 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabilmekteyiz.

5.6.11 Kumanda 11: cihaz 9

9. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 9’un ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır.

Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 9 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabilmekteyiz.

5.6.12 Kumanda 12: cihaz 10

10. Kanal Genel Ayarları sayfası burğu bölgesi 10’un ısı ayarları sayfasıdır. Ekranın sol üst köşesinde kanal sıcaklık ve kanal set değerleri bölümü vardır. Burada hangi bölgeyi kontrol ediyorsa o bölgenin okunan sıcaklık değeri ve istenilen sıcaklık değerleri ayarlanır. Hemen alt tarafında ise “stop, start yap” tuşundan bu bölgenin rezistansı çalıştırılır ve kapatılır. “Auto Tunning Start” tuşunda ise otomatik olarak rezistans ve sıcaklık sensörünün “plc”ye tanıtımı gerçekleşir. Kontrol Cihazı Genel Konfigrasyonu bölümünde sıcaklık sensörünün özellikleri plc’ye manuel olarak tanıtılır.

Minimum Skala: sıcaklık sensörünün en düşük ölçtüğü değer.

Maksimum Skala: Sıcaklık sensörünün en yüksek ölçtüğü değer.

Sensör Tipi: Sıcaklık sensörünün cinsi

Ofset: Ölçüm skalası

Çıkış Tipi: 220 V

Kontrol Tipi: Manuel veya otomatik

Kontrol Cihazı Hata Durumunda Yapılacaklar bölümünde ise “Kanal 10 Devrede” tuşunu kapatarak o bölgenin ısısının plc bağlantısını devre dışı bırakabiliriz. Böylece makine çalışırken herhangi bir ısı arızasında “plc”den bağımsız şekilde tamirini yapabilmekteyiz.

5.6.13 Kumanda 13: alarm

Aktif ve Geçmiş Alarm. Bu bölümde makinenin geçmişteki çalışma esnasında veya bekleme durumundaki bütün arızaları kayıt altına alınır. Mevcutta olan aktif arızalarda bu sayfada gözükür.

6. PLASTİK BORU ÜRETİMİNDE KONTROL VE TESTLER

Plastik boru üretiminde kalite ve dayanıklılığın artırılmasında, üretilen ve üretilecek olan boruların belli şartları taşıması gerekir. Bu sebeple bu amaca yönelik bir takım kontrol ve testlerin yapılması şarttır. Bu testler şunlardır;

6.1 Boyutsal Kararlılık Testi

1. Amaç:

Plastiklerin boruların ölçümü ve /veya tayininin doğruluğu için yöntem ortaya koymaktadır.

2. Prensip

Boruların çapları, uzunlukları, ovaliteleri ve et kalınlıkları ölçmek için kullanılır.

3. Araçlar

3.1 Genel şartlar

3.1.1 Ölçüm cihazların doğruluğu

Ölçülen boyutun gerekli doğruluğunu elde edilebilecek şekilde seçilmeli ve kalite planına uygun olarak düzenli zaman aralıkları ile ayarlanmalıdır. Ayarlama: Belirtilen koşullar altında bir ölçüm aracı ya da sistemi tarafından belirtilen miktarların değerleri ile std tarafından belirtilen değerler arasındaki ilişkiyi kuran yöntemlerdir.

3.2 Temas ederek ölçüm yapılan araçlar

3-2.1 Kullanım sırasında araçlar test parçasına hasar verecek şekilde kuvvet uygulanmamalıdır.

3-2.2 Test parçası ve bir ya da daha fazla yüzey arasında temas gerektiren ölçüm cihazları aşağıdakilere uymak zorundadır.

- a) Bir bileşenin iç yüzeyi ile temas içerisinde olan yüzey temas içinde olduğu test parçası yüzeyinkinden daha küçük bir yarıçapa sahip olmalıdır.
- b) Bir bileşenin dış yüzeyi ile temas içinde olan yüzey düz ya da yarıçaplı olmalıdır.
- c) Ölçüm araçları 500 hv 'den daha az olmayan bir sertliğe sahip olmalıdır.
- d) Ölçüm cihazları kalibrasyonlu olmalıdır.

3.2.3 Ölçüm cihazları ayarlanmış bir kalınlık ya da uzunluğun bir ayarlama standardı ile bağlantılı olarak kullanılabilir. Örn: Test parçası üzerinde ayarlama parçası ve ölçülen boyut arasındaki küçük farklılıkları ölçmek için bir komparatör olarak kullanılabilir. Bu et kalınlıkları fazla ya da çapı büyük olan borularda kullanılır.

3.3 Temassız ölçüm yapılan araçlar

3.3.1 Optik ya da ultrasonik cihazları kullanırken boyut ölçümleri hakkında eğitim almış personel tarafından yapılmalıdır. Ölçüm cihazının , test parçasının ve ortam hava sıcaklığının $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ olması gerekir, ya da sonuçlar ölçüm ya da deneyim ile 23°C 'de değerleri ile bağlantılı olmalıdır.

4. Boyutların ölçümü

- a) Ölçüm parçasının yüzeyinde ölçümü etkileyecek her bir durumda boru yüzeyi temizlenmelidir.
- b) Uçtan 25 mm az olmayacak bir kesit belirlenmelidir.

4.1 Duvar kalınlıkları

Maksimum ve/ve ya minimum duvar kalınlığının pozisyonları seçilen kesitte uygun şekilde bulana kadar ölçüm cihazı hareket ettirilir ve değerler kayıt

edilir, her bir boruda düzenli aralıkta en az 6 ölçüm alınıp ortalama alınıp kayıt edilir.

4.2 Ortalama duvar kalınlıkları

Her bir kesitte çember etrafında en az 6 ölçüm yapılarak aritmetik ortalama değeri hesaplanır. Aşağıda verilen çizelgeye (Çizelge 6.1) göre yuvarlanır.

Duvar kalınlığı	Tekli sonuç için gereken doğruluk	Aritmetik ortalama değeri en yakın değere yuvarlama
≤10	0,03	0,05
>10 ve ≤30	0,05	0,1
>30	0,1	0,1

Çizelge 6.1 Duvar kalınlığı, tekli sonuç için gereken doğruluk ve en yakın yere yuvarlama çizelgesi

4.3 Çaplar: Ortalama dış ve iç çap ya π bant kullanılarak direkt ölçüm ya da kesitlerin etrafında düzenli aralıklarla alınarak aşağıdaki çizelgeye (Çizelge 6.2) uygun ölçüm alınarak kaydedilir.

Boru Boyutu	Her bir çap için ölçüm sayısı
≤40	4
>40 ve ≤600	6
>600 ve ≤1600	8

Çizelge 6.2 Boru boyutu ve her bir çap için ölçüm sayısı çizelgesi

Çapları ölçmek için uygun ve aşırı değerlerini bulana kadar her bir kesitte ölçüm cihazını hareket ettirerek değerleri kaydedilir.

4.4 Dairesel olmama

Çapın uygun ve aşırı değerlerini bulana kadar her bir kesitteki ölçüm cihazını hareket ettirerek değerler kayıt edilir ve o ürün std göre tolerans aralıklarına bakılır.

4.5 Boru Uzunlukları

Borunun bütün uzunluğunu tesbit etmek için etrafında düzenli aralıklarla en az 3 pozisyon üzerinde borunun eksenine paralel olarak iç ve dış yüzey ölçüm alınır, kesimi garantileyen bir makine ile kesilen boruların sadece tek bir pozisyonda ölçülmesi gerekmektedir.

6.2 Darbe Mukavametine Dayanıklılık Testi

1. Amaç

Bu talimat yuvarlak kesitli termoplastik boruların çevresi boyunca dış darbeye mukavemetin tayini için bir metodu kapsamaktadır.

2.Tanımlar

Gerçek darbe oranı (Tır): Bir partinin tamamının deneye tabi tutulduğu kabul edilerek toplam hasar sayısının toplam darbe sayısına oranının yüzde olarak değeridir.

Orta seviye M: Boru serileri S5'den s10'a kadar olan borulardır

Yüksek seviye H: Boru serileri S12,5'den S20'ye kadar olan borulardır.

3. Sorumluluklar

Bu talimatın uygulanmasında Teknik Müdür sorumludur.

4. İlgili Dokümanlar

* Çevre Boyunca Dış Darbeye Mukavemet Deneyi Kayıt formu FR 03.01.

*TS EN 744 Plastik Boru ve Kanal Sistemleri-Termoplastik Borular-Çevre Boyunca Dış Darbeye Mukavemet Deneyi

5. Uygulama

5.1 Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar:

Bu deney metodunun etkinliği; düşürülen kütlenin ve/veya düşme yüksekliğinin değiştirilmesi farklı özellikler için ayarlanabilir. Bu metotla tanımlanandan farklı TIR değerleri seçilerek deney şiddetinin değiştirilmesi teknik olarak doğru değildir.

Gelişi güzel bir konumda deney parçasının uzunluğu boyunca düz bir çizgi çizilebilir. Diğer çizgiler ise bu çizgiden ve birbirinden eşit aralıkta çizilmelidir.

0°C'de yapılacak deney için kondisyonlanma sıcaklığı $0\pm 1^{\circ}\text{C}$

Darbelerin uygulanmasında belirtilen zaman aralığının aşılması, bu sürenin bitiminden sonraki en fazla 10 sn içinde deney parçası kondisyonlanma ortamına geri konmuş ve burada 5 dakikadan daha uzun bir süre kondisyonlanmışsa, bu parça kullanılabilir. Aksi takdirde söz konusu parça, ya yeniden tam olarak kondisyonlanmalı veya atılmalıdır.

Kütle boru üzerine düşürülürken el uzatılmamalıdır.

6.1 Alet ve Ekipman (Şekil 6.1)



Şekil 6.1 Darbe cihazı

6.2 Darbe Cihazı Özellikleri

Şahmerdanı düşey konumda sıkıca tutacak kılavuz rayları veya kılavuz boru ihtiva eden ve şahmerdanın boruya çarpma anındaki hızının teorik hızın %95'inden küçük olmamasını sağlayacak biçimde şahmerdanı kolayca düşürülebilen düzenek olmalıdır.

Şahmerdan, kütesine bağlı olarak standartta belirtilen uygun boyutlara, kısmen veya tamamen yarıküresel çarpma ucuna ve bu ucun bitiminde en az 10 mm uzunluğunda silindirik bir kısma sahip olmalıdır.

Şahmerdanın üzerine ilave edilen kısımlarla birlikte toplam kütesi standarda uygun olmalıdır. Gövdenin altındaki uç kısım, et kalınlığı en az 5 mm

olan paslanmaz çelikten yapılmış olmalıdır. Çarpma yüzeyinde sonuçlara etki edebilen kusurlar bulunmamalıdır.

Rijit deney parçası desteği, uzunluğu en az 200 mm olan ve 120°'lik V şeklinde açıklığı bulunan bir bloktur. Bu destek, şahmerdan ucunun ortasından geçen düşey eksen ile V şeklindeki bloğun kesim eksenleri arasındaki mesafeler $\pm 2,5$ mm'den fazla olmayacak şekilde yerleştirilmelidir.

Destek, arpma etkisini azaltmayacak kadar rijit olmalıdır.

Düşürme mekanizması, numunenin st yüzeyinden itibaren yüksekliği en fazla 2 metre ayarlanmış olan şahmerdanı aşağıya düşürebilecek özellikte olmalıdır.

Soğutma Kabini:

Soğutma Kabini $0\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$ kondisyonlama yapabilmelidir.

6.3 Uygulama ve Hesaplama

6.3.1 Numunenin hazırlanması

Her bir deney numunesi 200 ± 10 mm uzunlukta olmalıdır. Kesilen uçların yüzleri boru eksenine dik olmalı ve bu yüzler temiz ve hasarsız olmalıdır.

Dış aplar 40mm'den büyük olan borularda, boru üzerine uzunluk boyunca aşağıdaki çizelgede (izelge 6.3) gösterilen sayıda birbirine eşit uzaklıkta çizgiler çizilmelidir.

Anma dış çapı mm	Çizgi sayısı	En az numune sayısı adet
$dn \leq 40$	-	25
$40 < dn \leq 63$	3	9
$63 < dn \leq 90$	4	7
$90 < dn \leq 125$	6	5
$125 < dn \leq 180$	8	4
$180 < dn \leq 250$	12	3
$250 < dn \leq 355$	16	2
$355 < dn$	24	2

Çizelge 6.3 Anma dış çapı, çizgi sayısı ve en az numune sayısı çizelgesi

Deney numuneleri, havada aşağıdaki çizelgede (Çizelge 6.4) belirtilenlerden az olmayan sürelerle kondisyonlanmalıdır.

Et Kalınlığı (e)(mm)	Kondisyonlama Süresi (dakika)
$e \leq 8,6$	60
$8,6 < e \leq 14,1$	120
$14,1 < e$	240

Çizelge 6.4 Et kalınlığı ve kondisyonlanma süresi çizelgesi

Şahmerdan ağırlığı ve yükseklik mesafesi aşağıdaki çizelgeden (Çizelge 6.5) seçilir.

Anma Dış Çapından mm	Düşen ağırlığın kütlesi kg	Düşme Yüksekliği m	Darbe Enerjisi Nm	Düşen ağırlığın Kütlesi kg	Düşme Yüksekliği m	Darbe Enerjisi Nm
20	0,5	0,4	2	0,5	0,4	2
25	0,5	0,5	2,5	0,5	0,5	2,5
32	0,5	0,6	3	0,5	0,6	3
40	0,5	0,8	4	0,5	0,8	4
50	0,5	1,0	5	0,5	1,0	5
63	0,8	1,0	8	0,8	1,0	8
75	0,8	1,0	8	0,8	1,2	9,5
90	0,8	1,2	9,5	1,0	2,0	20
110	1,0	1,6	16	1,6	2,0	31
125	1,25	2,0	25	2,5	2,0	49
140	1,6	1,8	28	3,2	1,8	57
160	1,6	2,0	31	3,2	2,0	63
180	2,0	1,8	35	4,0	1,8	71
200	2,0	2,0	39	4,0	2,0	78
225	2,5	1,8	44	5,0	1,8	88
250	2,5	2,0	49	5,0	2,0	98
280	3,2	1,8	57	6,3	1,8	111
≥315	3,2	2,0	63	6,3	2,0	124

Çizelge 6.5 Şahmerdan ağırlığı ve yükseklik mesafesi çizelgesi

Orta Seviye M: Boru serileri S5'den S10'a kadar olan borulardır.

Yüksek Seviye H: Boru serileri S12,5'den S20'ye kadar olan borulardır.

Deney cihazı içinde deney parçasının bulunduğu ortam deney sıcaklığında tutulmuyorsa; her bir deney parçası kondisyonlama ortamından alındıktan sonra aşağıdaki süreler içinde bir veya birden fazla çarpmaya maruz bırakılmalıdır.

$dn \leq 110 \text{ mm}$ 10s

$110 \leq dn \leq 200 \text{ mm}$ 30s

$dn > 200 \text{ mm}$ için 60s

Belirtilen zaman aralığı aşılmışsa, bu sürenin bitiminden sonraki en fazla 10s içinde deney parçası kondisyonlama ortamına geri konmuş ve burada 5 dakikadan daha uzun bir süre kondisyonlanmışsa bu parça kullanılır. Aksi takdirde söz konusu parça ya yeniden tam olarak kondisyonlanmalı veya atılmalıdır.

Anma dış çapı 400 mm veya daha küçük borularda, uygun kütleli bir şahmerdan standartta belirtilen yükseklikten her bir deney parçası üzerine bir kez düşürülür ve hasar olup olmadığı kaydedilir.

Şahmerdan belirli minimum yükseklikten numunenin işaretlenmiş çizgileri üzerine düşecek şekilde deney parçası yerleştirilir ve şahmerdan düşürülür. Deney parçası üzerinde hasar meydana gelmemişse, deney parçası V şekilli blok içinde döndürülerek müteakip çizgi şahmerdanın düşeceği yere getirilir ve düşürme işlemi yapılır. Gerektiğinde yeni bir kondisyonlama yapıldıktan sonra deney parçası üzerine yeni bir düşürme işlemi uygulanır.

Deney parçasında hasar meydana gelinceye kadar veya işaretli çizgilerin her biri üzerine şahmerdan bir kez düşürülünceye kadar bu işleme devam edilir. Çarpma sayısı ve gözlenen her türlü hasar kaydedilir.

Ard arda her bir deney parçasına bir kez darbe uygulanır ve her deney parçası kontrol edilerek değerlendirilir.

Gözlenen hasarlar ve toplam darbe sayısı dikkate alınarak elde edilen sonucun A tipi veya C tipi olup olmadığı belirlenir ve durum böyle ise sonuçlar aşağıdaki çizelgeye (Çizelge 6.6) göre değerlendirilir.

Kütlelerde tolerans ± 5 g olmalıdır.

Darbe sayısı	Hasar Sayısı		
	A Bölgesi Kabul	B Bölgesi Deneye Devam	C Bölgesi Red
20-25	0	1-3	4
26-32	0	1-4	5
33-39	0	1-5	6
40-48	1	2-6	7
49-52	1	2-7	8
53-56	2	3-7	8
57-64	2	3-8	9
65-66	2	3-9	10
67-72	3	4-9	10
73-79	3	4-10	11
80	4	5-10	11
81-88	4	5-11	12
89-91	4	5-12	13
92-97	5	6-12	13
98-104	5	6-13	14
105	6	7-13	14
106-113	6	7-14	15
114-116	6	7-15	16
117-122	7	8-15	16
123-124	7	8-16	17

Çizelge 6.6 Darbe kriterleri

6.3 İç Basınç Testi

1. Kapsam

ISO 1167: Sıvıların nakledilmesine ilişkin termoplastik boruların belli bir sıcaklıkta iç hidrostatik basınca karşı direncinin saptanmasına ilişkin bir genel test yöntemi açıklar.

ISO 1167-2: Bu talimat termoplastik boruların iç hidrostatik basınca direncini saptamak için kullanılan çekilmiş veya enjeksiyon kalıplı boru test parçalarının hazırlanmasına ilişkin boyut ve yöntemi belirtir.

ISO 1167-1: Şartlandırma sonrasında, test parçalarının öngörölmüş bir süre boyunca veya test başarısız oluncaya kadar belirtilen basınçta sabit iç hidrostatik basınca tabi tutulmasını açıklar.

2. Test parametreleri

- a) Kullanılacak uç başlığının tipi,
- b) Test sıcaklığı,
- c) Değerlendirme amacıyla, kullanılacak olan borunun SDR'si veya S serisinin boyutu,
- d) Test parçalarının sayısı,
- e) Test basıncı p veya test basıncının yaratacağı çevresel (çember) stres σ ,
- f) Test tipi; suda-su, sıvıda-su, havada-su,
- g) Basınç altında test süresi ve başarısızlığa ilişkin kriter,
- h) Ek test işleminin başlatılmasını belirleyen koşullar veya eğer varsa koşul düzenleridir.

3. Alet ve ekipmanlar

3.1 Uç başlıkları.

3.2 Et kalınlığının ölçülmesine yönelik araçlar (ISO 3126 'ya uygun olmalıdır).

3.3 Borunun ortalama dış çapının ölçülmesine yönelik araçlar (ISO 3126'ya uygun olmalıdır).

3.4 Test parçasının uçlarına takılan uç başlıkları (basınçlandırma donanımına contalamaya ve bağlantıya olanak verecek ve test işlemi öncesinde havanın tahliye edilmesine olanak verecek şekilde olmalıdır).

3.4.1 Tip A: Test parçasına rijit şekilde bağlanan, fakat birbirine bağlanmayan fittingsler; bu nedenle hidrostatik uç itme kuvvetin test parçasına aktarır. Bunlarda, bir büyük çaplı borunun uçlarında flanşlı plakalar bulunur, flanşlar, başlıklar, tapalar veya plakalar test parçalarıyla uyumlu bir malzemedен yapılmışlarsa isteğe bağlı olarak kaynaştırılır. Tip A'nın uç kapakları; ISO 9080'e uygun olarak malzemelerin uzun vadeli hidrostatik mukavemetinin saptanması için kullanılır.

3.4.2 Tip B: Metalden yapılmış, test parçasının dış yüzeyine contalanmasını sağlayan contalara sahip ve birbirine bağlantılı soketler; bu nedenle hidrostatik uç itme kuvvetini test parçasına iletmezler. Bunlar bir veya daha fazla metal çubuktan oluştuklarından test parçalarının uçlarında yeterli boylamasına harekete olanak verirler ve ısı genleşmeden kaynaklanan bükülmeyi engellerler. Eğer harici çubuklar kullanılırsa, test süresi boyunca test parçasının dış yüzeyinin bir veya birkaç çubukla temasından kaçınılır. Temas halinde, test dikkate alınmaz.

Dişli kavramalar dışında, borunun dış yüzeyiyle temas edecek keskin kenarlar yuvarlatılmalıdır.

3.5 Tank: Su ile doldurulur ve standartta belirtilen sıcaklıkta $\pm 1^{\circ}\text{C}$ hassasiyet dahilinde sabit sıcaklıkta tutulur. Sonuçlar sıcaklıktan ciddi şekilde etkileneceğinden, sıcaklık üzerindeki tolerans öngörülen limitler içinde, örneğin sıvının cebri sirkülasyonundan yararlanılarak mümkün olduğunca küçük tutulur.

İçme suyu kullanılmalıdır; suyun deterjan, yağ gibi sonuçları etkileyecek şekilde pislenmesi engellenmelidir.

3.6 Destek veya askılar: Test parçaları tankın içine destek parçaları arasında veya tankın yan duvarıyla teması mümkün olduğunca engellemek suretiyle yerleştirilmelidir.

3.6 Basınçlama donanımı: Gerekli basınç kademeli ve kesintisiz olarak uygulanmalı ve daha sonra belirtilen basınç test süresince %-1+2 dahilinde tutulmalıdır.

Sonuçlar basınçtan ciddi şekilde etkilendiklerinden, basınç üzerindeki tolerans öngörülen limitler içinde mümkün olduğunca küçük tutulmalıdır.

Basınç tercihen her test parçasına ayrı ayrı tatbik edilmelidir. Ne var ki, arıza meydana geldiğinde girişim tehlikesi baş göstermeyecekse basıncın birkaç test parçasına aynı zamanda tatbik edilmesini sağlayan ekipman kullanılabilir.

Basıncı otomatik olarak kontrol eden bir sistemin kullanılması gerekir (Test parçasının genleşmesi nedeniyle).

3.7 Basınç ölçme cihazları:

Basınç ölçme cihazının aralığı, gerekli basınç ayarı kullanılan cihazın kalibre edilen aralığı dahilinde kalacak şekilde olmalıdır.

Basınç ölçme cihazları test sıvısını kirletmemelidir.

Basınç cihazının referans düzeyi tanktaki su düzeyine eşit olmalıdır.

Aparatın kalibrasyonu için ana ölçme aletleri kullanılmalıdır.

Arıza veya sızıntı durumunda zaman ölçerin durdurulması ve söz konusu test parçasına giden basınç devresini kapatabilen ekipman kullanılması tavsiye edilir.

3.8 Boyut ölçme donanımı: ISO 3126 'ya uygun olmalıdır.

3.9 Sıcaklık ölçme donanımı: öngörülen test sıcaklığına uygunluğu kontrol edebilmelidir.

3.10 Zaman ölçer, arıza veya sızıntı anına kadar basınç uygulamalarının süresini tahmini test süresinin % 0.5'e kadar kaydedebilmelidir.

5. İlgili Dökümanlar

ISO 1167-1-1167-2 Sıvıların nakledilmesine yönelik termoplastik borular, fittingler ve tertibatlar, iç basınca karşı direncin saptanması,

ISO 1167-1-Genel yöntem,

ISO 1167-2 –Boru test parçalarının hazırlanmasıdır.

6 Uygulama

6.1 Test parçasının hazırlanması: ISO 1167-2,ISO 1167-3 veya ISO 1167-4 'e hangisi geçerliyse, uygun olacaktır.

6.1.1 Serbest Uzunluk: Uç başlıkları arasındaki borunun serbest uzunluğu 10, minimum 250 mm olmalıdır.

Eğer dn değeri 315 mm'nin üzerindeki borular için öngörülen minimum serbest uzunluk sağlanamazsa, referans yapılan standartta veya şartnamede aksi belirtilmedikçe dn değerinin en az iki katı uzunluktan daha kısa bir serbest uzunluk seçilebilir.

6.1.2 Toplam Uzunluk: B tipi uç başlıkları 3.4.2 söz konusu olduğunda, test parçasının toplam uzunluğu, uç başlıklar arasındaki test parçasının hareketi test sırasında izin verecek ve böylece ısıl genişlemeye olanak verecek şekilde olmalıdır.

6.1.3 Test parçalarının sayısı: Referans standartta veya şartnamede aksi belirtilmedikçe en az üç test parçası hazırlanır

6.2 Test basıncın hesaplanması: Boru testi için, test basıncı bir verili çevresel çember stresinden ve referans yapılan standardın veya şartnamenin verdiği test parçasının ölçülen boyutları temelinde yapılan hesaplama $p=10\sigma \frac{d}{e_{min}}$

d em-e min

σ = Tatbik edilen basıncın yaratacağı çember stresinin megapaskal olarak ifadesidir.

d em = Test parçasının ortalama dış çapının milimetre olarak ifadesidir.

e_{min} = Test parçasının serbest uzunluğunun minimum et kalınlığının milimetre olarak ifadesidir.

10 faktörü megapaskal ve bar arasındaki orandan kaynaklanır.

Çevre gerilmesi PVC için 1 saatte 42, 1000 saatte ise 12,5 olarak alınır. PE için ise 100 saatte 12,4; 165 saatte ise 5,4; 1000 saatte ise 5 olarak alınır.

7. Cihazın kalibrasyonu ve doğruluğu: Sıcaklık ve basınç kontrol sistemleri ve sıcaklığın, basınç ve zamanın ölçülmesine ilişkin ekipman, değerleri öngörülen limitler dahilinde tutulacak ve kalibre edilecektir. Sıcaklık, zaman ve basınç ile ilgili şartlar yerine getirildiğinde aparatın doğru olduğu düşünülecektir.

8. Şartlandırma: Kir, yağ gibi pislikleri temizleyerek test parçası hazırlanır, öngörülen uç başlıklar takılır.

Test parçası borularının serbest uzunluğu ölçülür ve kaydedilir.

Test parçaları test sıcaklığını aşmayacak bir sıcaklığa kadar önceden ısıtılabilecek suyla doldurulur.

Test parçaları doldurulduktan sonra, bunlar bir su banyosuna daldırılır ve aşağıda belirtilen zamanlara (Çizelge 6.7) uygun olarak şartlandırılır.

Kalınlık emin (mm)	Minimum şartlandırma süresi h
$emin < 3$	1
$3 \leq emin < 8$	3
$8 \leq emin < 16$	6
$16 \leq emin < 32$	10
$32 \leq emin$	16

Çizelge 6.7 Kalınlık ve minimum şartlandırma süresi çizelgesi

Şartlandırma sürelerinin aşması durumunda test sonuçlarını etkileyeceği kabul edilir.

Şartlandırma süresi kaydedilir.

Test parçaları, imal edildikten sonra en az 24 saat geçtikten sonra şartlandırmaya tabi tutulmaktadır.

9. Test prosedürü: Test tipi su-su olarak seçilir. Test parçasının istenen basınç değeri madde 6.2. ye göre hesaplanarak bulunur ve kaydedilir. Test parçası 3.6 maddedeki donanıma bağlanıp hava tahliye edilir. Şartlandırma işleminden sonra test parçası boyutuna ve basınçlama donanımının kapasitesine bağlı olarak 30 sn ile 1 saat arasında en kısa süre içinde hesaplanan basıncı kademeli ve kesintisiz olarak uygulanır. Test ya öngörülen süre sona erdiğinde veya test parçasında bir arıza veya sızıntı meydana geldiğinde sonlandırılır. Eğer bir arıza meydana gelirse, arıza tipi kaydedilir.

Arıza bölgesinde görünür hiçbir ürün deformasyonu yoksa “gevreklik” arızası; arıza bölgesinde, büyültme yapılmadan görünen bir ürün deformasyonu söz konusuysa, arıza “sünek” tiptedir.

Ekipman arızası durumunda, 500 saat ile 1000 saat arası bir süre devam etmekte olan testler, donanımın bir gün içinde tekrar çalışır hale getirilmesi kaydıyla sürdürülebilir. Testin normal işlemediği durumlarda süre, test süresine dahil edilmez. Test kesintileri rapora kaydedilir.

6.4 Yoğunluk Testi

1. Amaç:

Bu standart serisi, toz, granül ve pul şeklinde olanlar da dahil olmak üzere, kalıplanmış veya ekstrüzyonla hazırlanmış, boşluk ihtiva etmeyen mamul halindeki gözeneksiz plastiklerin yoğunluk tayini için uygulanan üç farklı metodu kapsar. Bunlar;

Daldırma Metodu, Sıvı Piknometre Metodu ve Titrasyon Metodudur.

2. Tanımlar

2.1-KÜTLE: Yekpare bir cismin içerdiği madde miktarı (Bu standarda, kütle (kg) veya gram (gr) olarak ifade edilir.)

2.2-GÖRÜNÜR KÜTLE: Bir cismin, kalibre edilmiş uygun bir terazi kullanılarak ölçülmesi ile elde edilen kütle (Bu standarda, kütle (kg) veya gram (gr) olarak ifade edilir.)

2.3-YOĞUNLUK, ρ : Bir maddenin kütesinin (m) hacmine (v) oranı (t sıcaklığında) olup, kg/m^3 , $\text{kg/dm}^3(\text{g/cm}^3)$ veya $\text{kg/L}(\text{g/mL})$ olarak ifade edilir.

3. Şartlandırma:

Genelde, tayin işlemi sırasında numunenin sıcaklığının deney ortamının sabit sıcaklığına gelmesi nedeniyle, numuneleri önceden sabit bir sıcaklığa şartlandırmak gerekli değildir.

Deney esnasında yoğunluk tayin metodunun beklenen doğruluğundan daha büyük bir değere kadar yoğunluğu değişebilen numuneler, tayin öncesinde, malzemeye uygun standarda veya şartnameye göre şartlandırılmalıdır. Yoğunluğun zamanla veya atmosfer şartlarıyla değişimi ölçmelerin öncelikli amacıysa, numuneler uygun malzeme standardında tarif edildiği gibi, uygun bir malzeme standardı yoksa ilgili taraflar arasında varılan anlaşmaya göre şartlandırılır.

4. Sorumluluklar

Bu talimatın uygulanmasında Teknik Müdür sorumludur.

5. İlgili Dokümanlar

Plastik boru muayene prosedürü

TS EN ISO 1183-1Plastikler-Gözeneksiz Plastikler-Yoğunluk Tayin Metotları-
Bölüm1: Daldırma Metodu, Sıvı Piknometre Metodu ve Titrasyon Metodu.

Yoğunluk Tayin Metodları Daldırma Metodu, Sıvı Piknometre ve Titrasyon
Metodları Muayene Kayıt Formu-Plastik Borular

6 Uygulama

6.1 Metot A: Daldırma Metodu

6.1-1 Alet ve Ekipman (Şekil 6.2)



Şekil 6.2 Yoğunluk test cihazı

6.1-1-1 Analitik terazi veya yoğunluk ölçmek için özel olarak tasarlanmış cihazdır (0,1 mg hassaslıkta).

Otomatik bir cihaz kullanılabilir. Yoğunluk hesaplaması bir bilgisayar kullanılarak da yapılabilir.

6.1-1-2 Daldırma kabı: Daldırma sıvısının konulduğu uygun büyüklükte bir beher veya geniş ağızlı bir kaptır.

6.1-1-3 Sabit destek: Daldırma kabını terazi kefesinin üzerinde tutmak için kullanılır (Örneğin bir üçayak).

6.1-1-4 Termometre: 0,1°C aralıklarla bölümlendirilmiş, 0°C ila 30°C aralığında ölçme yapabilen alettir.

6.1-1-5 Tel: Numuneleri daldırma sıvısı içerisinde tutmak için korozyona dayanıklı ve çapı 0,5 mm'den büyük olmayan teldir.

6.1-1-6 Kurşun ağırlık: Numunenin yoğunluğu daldırma sıvısından daha küçük olduğunda kullanılan ve numunenin sıvının içerisine tamamıyla daldırılmasına yetecek uygun kütlede olmalıdır.

6.1-1-7 Piknometre: Daldırma sıvısının su olmadığı durumlarda (PE yoğunluk testlerinde) sıvının yoğunluğunu tayin etmek için, yan tarafında ince taşma kolu olan. Piknometre 0,1°C aralıklarla bölümlendirilmiş, 0°C'ila 30°C aralığını ölçen bir termometreyle teçhiz edilmelidir.

6.1-1-8 Sıvı banyo: Daldırma sıvısının yoğunluğunu tayin ederken kullanılan, termostatla sıcaklığı $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ hassaslıkla kontrol edilebilen olmalıdır.

6.1-2 Daldırma Sıvısı: PVC için hava kabarcıklarını uzaklaştırmak için %0,1'den az ıslatma maddesi (yüzey aktif madde) ihtiva eden taze damıtık su veya iyonize su veya diğer uygun bir sıvı kullanılır. PE için belirli yoğunlukta alkol kullanılır. Alkol kullanıldığında PE deneylerinde piknometre ile ilgili sıvının yoğunluk tayini de yapılır. Deney numunesinin içine daldırıldığı ve deney süresince temas halinde olduğu sıvı veya çözelti numuneyi etkilememelidir. Damıtık su dışındaki daldırma sıvılarının yoğunluklarını, akredite bir kaynaktan temin edilmeleri ve belgeli olmaları halinde tayin etmeye gerek yoktur.

6.1-3 Numuneler

Toz halindikiler hariç, boşluk içermeyen yapıda olmalıdır. Numuneler, daldırma kabıyla aralarında yeterli açıklık kalacak uygun boyutta ve tercihen en az 1 g kütleli olmalıdır.

Numuneler büyük malzemelerden kesilerek hazırlandığında, malzemenin karakteristik özelliklerinin değişmeden kalmasını sağlayacak uygun bir cihaz kullanılmalıdır. Numunenin yüzeyi daldırma sıvısına daldırıldığında hava kabarcıklarının hapsolmesine yol açacak çukurlar içermemeli ve düzgün olmalıdır. Aksi takdirde, bu durum hatalı ölçmeye yol açar.

6.2 Uygulama ve Hesaplama

6.2.1 Numunenin hazırlanması

6.2.1-1 Numune, azami çapı 0,5 mm olan bir telle havada asılı şekilde tartılır kütlesi 10 g'a eşit veya küçük olan numuneler 0,1 mg doğrulukla tartılır.

6.2.1-2 Numune, sabit destek üzerinde bulunan daldırma kabı içerisindeki daldırma sıvısına tel üzerinde asılı bir şekilde daldırılır. Daldırma sıvı sıcaklığı $23^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (veya 27°C) aralığında olmalıdır.

6.2.1-3 Sudan başka bir daldırma sıvısı kullanıldığında, gerekiyorsa, yoğunluğu aşağıdaki gibi tayin edilir. Piknometre önce boş olarak, sonra da taze damıtılmış su veya deiyonize su konularak, $23^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (veya $27^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) sıcaklıkta tartılır. Aynı piknometre boşaltılıp, kurutulduktan sonra daldırma sıvısıyla doldurulup $23^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (veya $27^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) tartılır. Tayin esnasında su ve daldırma sıvısının sıcaklığını doğru sıcaklıkta tutmak için sıvı banyo kullanılır.

$$P_{IL} = \frac{m_{IL}}{m_w} \times p_w$$

m_{IL} : Daldırma sıvısının kütlesi, g

m_w : Suyun kütlesi, g

p_w : Suyun 23°C (veya 27°C) daki yoğunluğu, g/cm^3

6.2.1.4 Numunenin 23°C (veya 27°C)deki yoğunluğu, p_s g/cm^3 olarak aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$P_s = \frac{A \times IL}{IL}$$

mS, A: Numunenin havadaki görünür kütlesi, g

mS, IL: Numunenin daldırma sıvısında görünür kütlesi, g

ρ_{IL} : Tedarikçi tarafından beyan edilmiş veya madde 6.2.1-3'te belirtildiği gibi tayin edilmiş daldırma sıvısının 23° C (veya 27°C) deki yoğunluğu, g/cm³

Deney en az 3 numune ile gerçekleştirilir ve sonuçların ortalaması hesaplanıp virgülden sonra 3 hane olacak şekilde verilir.

Aşağıdaki sınırlar içinde olmalıdır.

PVC için:

$$1350 \text{ kg/m}^3 \leq \rho \leq 1460 \text{ kg/m}^3$$

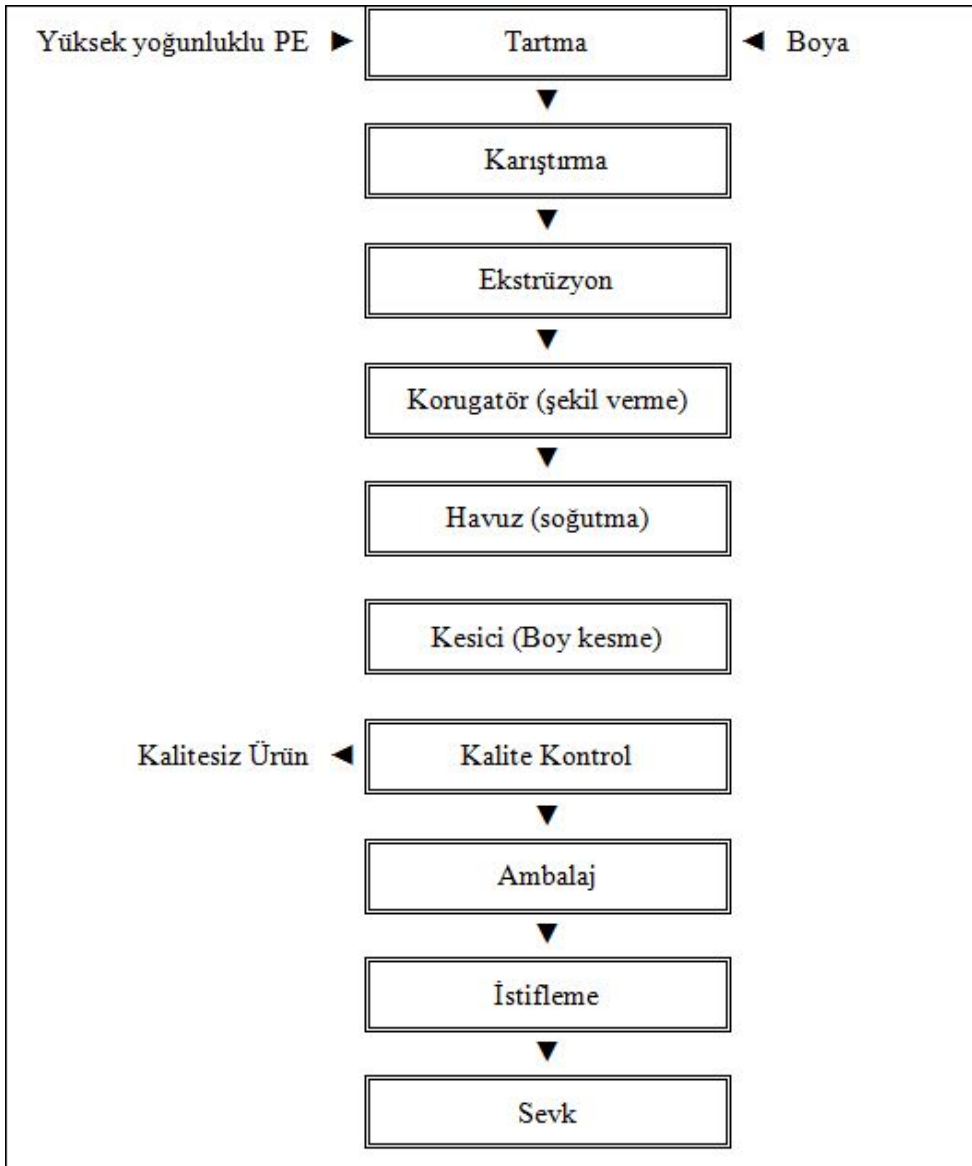
PE için:

$$930 \text{ kg/m}^3 \leq \rho$$

7. KONTROL VE TEST OTOMASYONU UYGULAMALARI

7.1 Plastik Boru Üretimi

Plastik boru (Koruge) üretimi Şekil 7.1’de gösterilen aşamalar takip edilerek üç ana aşamada gerçekleştirildi. Bu aşamalar; ekstruderde boru çekme (Hammaddenin ekstruderde ısıtılıp, eritildikten sonra basınçla kalıptan geçirilerek istenilen şeklin verilmesi işlemi), korigatör (Şekil verme) ve boyutlandırma işlemleridir.



Şekil 7.1 Üretim aşamaları

Adım 1: Yüksek yoğunluklu pvc ve boya, karışım hazırlama tankında karıştırıldı ve homojen hale getirildi (Şekil 7.2).



Şekil 7.2 Karışım Hazırlama tankı

Adım 2: Karışım, besleme hunisi vasıtasıyla ekstrüzyon makinasına (extruder) beslendi ve ekstrüzyon makinasında belirli bir sıcaklığa kadar ısıtılarak eritildi ve plâstik hamuru haline getirildi (Şekil 7.3).



Şekil 7.3 Besleme hunisi ve extruder

Adım 3: Ekstruderde hamur haline getirilen hammaddeler, sonsuz vidanın oluşturduğu basınçla itilerek, kalıptan dışarı alındı. Bu işlemle erimiş PVC kalıbın şeklini aldı (Şekil 7.4).



Şekil 7.4 Hamur haline getirilen hammaddenin, sonsuz vidanın oluşturduğu basınçla itilerek, kalıptan dışarı alınması.

Adım 4: Boru, soğutma hattında ortam sıcaklığına kadar soğutuldu (Şekil 7.5).



Şekil 7.5 Soğutma hattı

Adım 5: Korigatör ile, ekstrüzyon makinasından düz olarak elde edilen borunun dış yüzeyi profilli olarak şekillendirildi (Şekil 7.6).



Şekil 7.6 Borunun dış yüzeyinin şekillendirilmesi

Adım 6: Boyutlandırma, ekstrüzyon makinasından sürekli olarak çekilen ve desen uygulanan borunun kesicilerle belirli uzunluklarda kesilmesi işlemi, yapıldı (Şekil 7.7).



Şekil 7.7 Borunun kesicilerle belli uzunluklarda kesilmesi

Adım 7: Boyutlandırılan boru kontrol edilerek istifleme raflarına alındı (Şekil 7.8) ve kontrol sonucu uygun bulunmayan ürünler ayrıldı.



Şekil 7.8 Boyutlandırılan boruların kontrol edilerek istifleme raflarına alınması

7.2 Plastik Boru Üretimi Kontrol ve Testleri

Günümüzde plastik borular 95 °C'ye kadar sıcaklığa dayanabilmektedir. Daha yüksek sıcaklığa dayanıklı boru üretme amacıyla PVC'ye yeni malzemeler karıştırılarak üretilen malzemelere yoğunluk, darbe mukavemeti, iç basınç ve boyutsal kararlılık testleri daha önce açıklanan prosedür ve şartlandırma kurallarına uyularak yapıldı. Elde edilen sonuçlar tablolarda gösterildi.

Çalışma 1: Karışım için 2 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kg stabilizatör kullanılarak elde edilen malzemenin testleri yapıldı. Sonuçlar Çizelge 7.1' de gösterildi.

Yapılan Testler	Test Verileri	STD İstenen Değer	Test Sonucu
Yoğunluk Testi TS EN ISO 1183	1,42gr/cm ³	1350kg/m ³ ≤ ρ ≤ 1460kg/m ³	OLUMLU 1.422gr/cm ³
Darbe Mukavemeti t TS EN 744	1,8mt -1,0 kilo ağırlık	tir ≤ %10	OLUMLU
İç Basınç Testi ISO1167-1-2	80°C-10 BAR	280ps	40 saat dayandı OLUMSUZ
Boyutsal Kararlılık TS EN ISO 2505	150°C±2 60 dakika	≤%5	5,00% OLUMLU

Çizelge 7.1 Çalışma 1 sonuçları

Çalışma 2: Karışım için 2 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kilo stabilizatör, 3 kg CaCO₃ kullanılarak elde edilen malzemenin testleri yapıldı. Sonuçlar Çizelge 7.2' de gösterildi.

Yapılan Testler	Test Verileri	STD İstenen Değer	Test Sonucu
Yoğunluk Testi	1,44gr/cm ³	1350kg/m ³ ≤ ρ ≤ 1460kg/m ³	OLUMLU 1.445gr/cm ³
TS EN ISO 1183	1,44gr/cm ³		
	1,45gr/cm ³		
Darbe Mukavemeti	1,8mt -1,0 kilo ağırlık	tır ≤ %10	OLUMLU
TS EN 744			
İç Basınç Testi	80°C-10 BAR	280ps	60 saat dayandı
ISO1167-1-2			OLUMSUZ
Boyutsal Kararlılık	150°C±2	≤%5	4,00%
TS EN ISO 2505	60 dakika		OLUMLU

Çizelge 7.2 Çalışma 2 sonuçları

Çalışma 3: Karışım için 5 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kg stabilizatör kullanılarak elde edilen malzemenin testleri yapıldı. Sonuçlar Çizelge 7.3' de gösterildi.

Yapılan Testler	Test Verileri	STD İstenen Değer	Test Sonucu
Yoğunluk Testi	1,45gr/cm ³	1350kg/m ³ ≤ ρ ≤ 1460kg/m ³	OLUMLU 1.45gr/cm ³
TS EN ISO 1183	1,45gr/cm ³		
	1,46gr/cm ³		
Darbe Mukavemeti	1,8mt -1,0 kilo ağırlık	tır ≤ %10	OLUMLU
TS EN 744			
İç Basınç Testi	80°C-10 BAR	280ps	104 saat dayandı
ISO1167-1-2			OLUMSUZ
Boyutsal Kararlılık	150°C±2	≤%5	yamulma oldu
TS EN ISO 2505	60 dakika		6,5%
			OLUMSUZ

Çizelge 7.3 Çalışma 3 sonuçları

Çalışma 4: Karışım için 50 kg PVC, 0,5 kg borax (Na₂B₄O₇·10H₂O), 0,2 kg tetra hidrofuren(THF), 0,1 kg methyl ethyl ketone(mek) kullanılarak elde edilen malzemenin testleri yapıldı. Sonuçlar Çizelge 7.4' te gösterildi.

Yapılan Testler	Test Verileri	STD istenen Değer	Test Sonucu
Yoğunluk Testi	1,48gr/cm ³		OLUMSUZ
TS EN ISO 1183	1,46gr/cm ³	1350kg/m ³ ≤ ρ ≤ 1460kg/m ³	
	1,48gr/cm ³		1.48gr/cm ³
Darbe Mukavemeti	1,8mt -1,0 kilo ağırlık	tır ≤%10	OLUMSUZ
TS EN 744			
İç Basınç Testi			
	80°C-10 BAR	280ps	20saat dayandı
ISO1167-1-2			
Boyutsal Kararlılık			yamulma oldu
	150°C±2	≤%5	5,5%
TS EN ISO 2505	60 dakika		OLUMSUZ

Çizelge 7.4 Çalışma 4 sonuçları

7.3 Sonuçlar

2kg Al(OH)₃, 50kg polivinil klorür, 2kg stabilizatör karışımından oluşan malzeme ile yapılan 1. Çalışmanın sonucunda yoğunluk testi sonucu 1,42 gr/cm³ çıkmış ve bu değer 1350 kg/m³ ≤ ρ ≤ 1460 kg/m³ değerine uyduğundan olumludur. Darbe mukavemeti testi sonucu değer istenen değer olan tır ≤%10 değerine uyduğundan olumludur. İ basınç testi sonucu istenen değer olan 280ps (40 saat dayanmıştır) değerine uymadığı için olumsuzdur. Boyutsal kararlılık testi sonucu 5% bulunmuş ve istenen değer ≤%5 değerine uyduğu için olumludur. İ basınç testi olumsuz sonuçlanmış ve istenen malzeme elde edilememiştir.

2 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kilo stabilizatör, 3 kg CaCO₃ karışımından oluşan malzeme ile yapılan 2. Çalışmanın sonucunda yoğunluk testi sonucu 1.445 gr/cm³ çıkmış ve bu değer 1350 kg/m³ ≤ ρ ≤ 1460 kg/m³ değerine uyduğundan olumludur. Darbe mukavemeti testi sonucu değer istenen değer olan tır ≤%10 değerine uyduğundan olumludur. İ basınç testi sonucu istenen değer olan 280 ps (60 saat dayanmıştır) değerine uymadığı için olumsuzdur. Boyutsal kararlılık testi sonucu 4% bulunmuş ve istenen değer ≤%5 değerine uyduğu için olumludur. İ basınç testi olumsuz sonuç verdiği için istenen malzeme elde edilememiştir.

5 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kg stabilizatör karışımından oluşan malzeme ile yapılan 3. Çalışmanın sonucunda yoğunluk testi sonucu 1.45 gr/cm³ çıkmış ve bu değer 1350 kg/m³ ≤ ρ ≤ 1460 kg/m³ değerine uyduğundan olumludur. Darbe mukavemeti testi sonucu değer istenen değer olan tır ≤%10 değerine uyduğundan olumludur. İ basınç testi sonucu istenen değer olan 280ps (104 saat dayanmıştır) değerine uymadığı için olumsuzdur. Boyutsal kararlılık testi sonucu 6,5% bulunmuş ve istenen değer ≤%5 değerine uymadığı için olumsuzdur. İ basınç testi ve boyutsal kararlılık testi olumsuz neticelendiği için genel sonuç başarısızdır ve istenen malzeme elde edilememiştir.

5 kg Al(OH)₃, 50 kg polivinil klorür, 2 kg stabilizatör karışımından oluşan malzeme ile yapılan 4. Çalışmanın sonucunda yoğunluk testi sonucu 1.48 gr/cm³ çıkmış ve bu değer 1350 kg/m³ ≤ ρ ≤ 1460 kg/m³ değerine uymadığından

olumsuzdur. Darbe mukavemeti testi sonucu değer istenen değer olan tır $\leq\%10$ değerine uymadığından olumsuzdur. İ basınç testi sonucu istenen değer olan 280ps (20 saat dayanmıştır) değerine uymadığı için olumsuzdur. Boyutsal kararlılık testi sonucu 5,5% bulunmuş ve istenen değer $\leq\%5$ değerine uymadığı için olumsuzdur. İsteneen malzeme elde edilememiştir.

8. ÇİNKO OKSİT (ZnO) GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ

8.1 Enerji

Günümüzde gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli gereksinimi enerjidir. Her ne kadar tam bir ölçüt olmasa da ülkelerin gelişmişlik düzeyleri, üretip tükettikleri enerji ile ölçülür. Enerji üretim ve tüketiminin çok farklı yöntemleri olsa da, tüm ülkelerin ucuz, bol ve temiz enerji kaynaklarına gereksinimleri vardır (Arı, 2007).

Nüfus artışı, kentsel gelişim ve sanayileşmeye paralel olarak dünya birincil enerji tüketimi de giderek artmaktadır. Enerji tüketiminin artmasına neden olan temel etkenlerin başında nüfus ve gelir artışı gelmektedir. Yapılan projeksiyonlar 2030 yılında dünya nüfusunun 8,3 milyara yükseleceğini göstermektedir. Bu durum, 1,3 milyar insana daha enerji arzı sağlanması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı (UEA)'nın farklı senaryolar için yapmış olduğu projeksiyonlara göre 12,7 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) olan dünya birincil enerji talebinin 2035 yılında; mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %47 oranında artışla 18,7 milyar TEP, yeni politikalar senaryosuna göre %35 oranında artış ile 17,2 milyar TEP, 450 ppm senaryosuna göre %16 oranında bir artışla 14,8 milyar TEP'e ulaşması beklenmektedir. Söz konusu senaryoların tamamına göre 2035 yılına kadar olan dönemde fosil yakıtların (petrol, doğal gaz, kömür) payları nispeten azalmakla birlikte, bu yakıtlar hâkim kaynaklar olmaya devam edecektir. Dünya birincil enerji kaynaklarının %82'sini oluşturan fosil yakıtların 2035 yılındaki payı, mevcut enerji politikaları ile devam senaryosuna göre %80'e, yeni politikalar senaryosuna göre %76'ya ve 450 ppm senaryosuna göre %64'e düşecektir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2014).

8.2 Yenilenebilir Enerji

Gücünü güneşten alan, emisyon yaymayan ve hiç tükenmeyecekmiş gibi düşünülen enerji çeşitlerine yenilenebilir enerji denilmektedir. Güneş, rüzgar, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik, dalga enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynakları olarak bilinmektedir. Fosil yakıtların (petrol, doğal gaz, kömür) gün geçtikçe azalması ve fiyatlarının zamanla yükselmesi ve bu konudaki istikrarsızlık ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir.

Günümüzde ülkelerin enerji politikaları ve enerji gücü o ülkenin uluslar arası arenadaki durumunu belirlemektedir. Bu yüzden enerjide dışa bağımlı ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına önem vererek dışa bağımlılığını azaltmaya çalışmaktadırlar. Yenilenebilir enerjinin diğer enerjiler içindeki oranı gün geçtikçe artırılmaya çalışılmaktadır. Yenilenebilir enerji özellikle çevre için önemli olup doğanın korunması açısından tercih edilmelidir.

8.3 Güneş Enerjisi

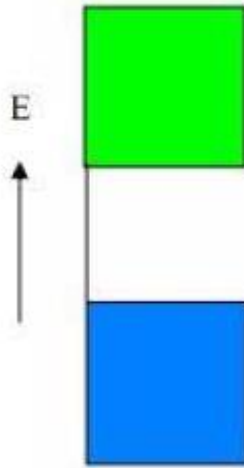
Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir. Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2014).

Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Güneş ışınımının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam

mümkün olur. Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Güneşten gelen ışınımın %20'si atmosfer ve bulutlarda tutulur. Yer yüzeyine gelen güneş ışınımının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağı olup Güneş, nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2014).

8.4 Yalıtkanlar

Bir maddenin değerlik bandı dolu ve değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasında epeyce bir enerji boşluğu varsa bu madde yalıtkanır (Şekil 8.1).

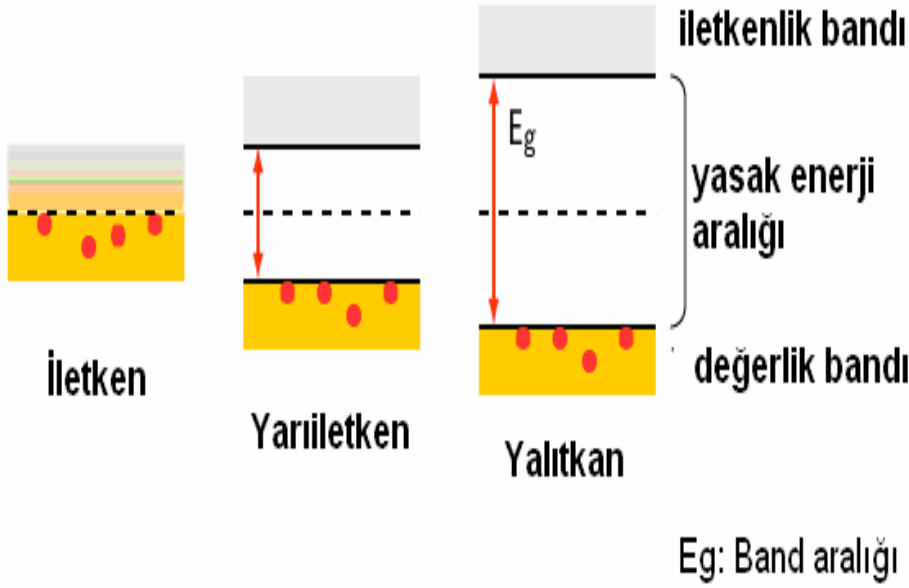


Şekil 8.1 Yalıtkanın yapısı

Örneğin NaCl kristalinde N tane Cl⁻ iyonu hemen hemen birbiri ile temas halindedir. Bunların 3s ve 3p değerlik orbitalleri 4 N seviyeli bir bandı oluşturmak üzere örtüşürler. Na⁺ iyonları küçük fakat sıfır olmayan örtüşmeye sahiptir ve bunlarda bir band oluşturur. Klorun elektronegatifliği sodyumunkinden o kadar büyüktür ki klor bandı sodyum bandından epeyce aşağıda bulunur. Band açıklığı yaklaşık 7 eV dur. Toplam 8 N elektron (her bir klordan yedi her sodyumdan da bir elektron) yerleştirilecektir. Bunlar daha düşük klor bandına girer ve bandı tamamen doldurur. Sodyum bandı boş kalır. Oda sıcaklığında elektronlar kolaylıkla boş banda uyarılamaz (Çakır, 2011).

8.5 İletkenler

Değerlik bandı ile iletkenlik bandı arasında enerji aralığı bulunmayan, uyarılan elektronların kolayca iletkenlik bandına geçebildiği kristallerdir (Şekil 8.2).

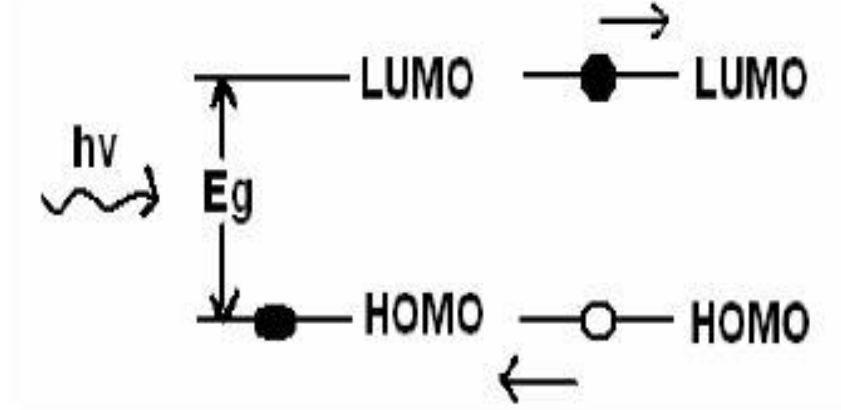


Şekil 8.2 Yalıtkan, yarıiletken ve iletkenlerin bant aralığı

8.6 Yarı İletkenler

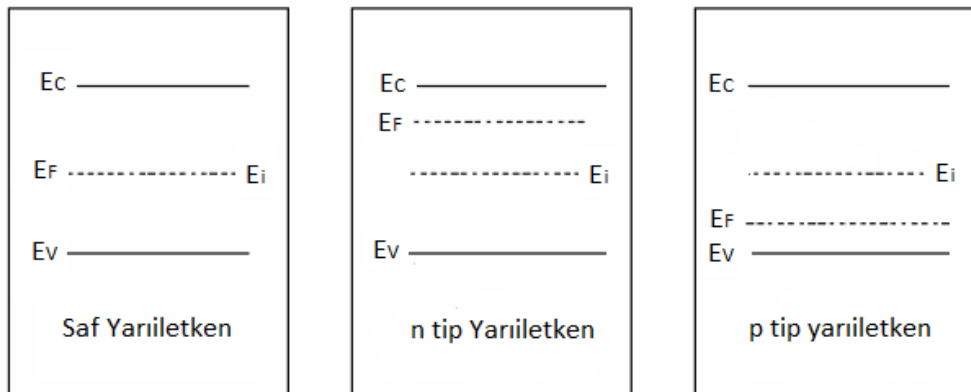
Yarı iletkenler gündelik hayatta çok kullanılmaktadır. Bilgisayarlarda, diyotlarda ve diğer teknolojik aygıtlarda kullanılmaktadır. Yarı iletkenler duruma göre hem iletkenlik hem de yalıtkanlık özelliği gösterebilmektedirler. Yarı iletkenleri eşsiz kılan özelliği de budur.

Bir yarı iletkene yeterli miktarda enerji verildiğinde eletronlar değerlik bandından iletkenlik bandına uyarılırlar. Bu esnada boşluklar oluşur ve bu boşluk ile elektron birlikte hareket eder. Bu boşluk ve elektron çiftlerine $e^- h^+$ çifti (exciton) denilmektedir. Dış elektrik alanının varlığında, elektron ve boşluk sırasıyla iletkenlik ve değerlik bandına göç ederler (Şekil 8.3).



Şekil 8.3 Uyarılma ile gerçekleşen “elektron-boşluk çifti”nin oluşumu

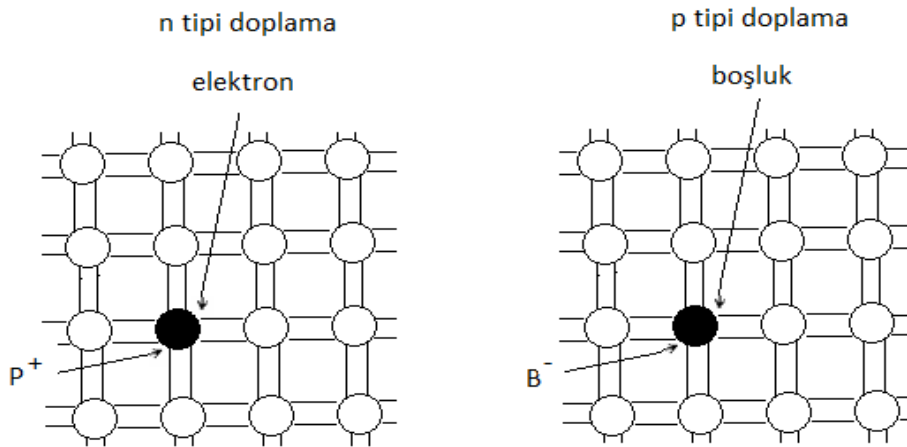
Kristal hataları ve safsızlıklar yarı iletkenliği etkilemektedir. Kendiliğinden oluşan yarı iletkenliğe iç yarı iletkenlik, safsızlık ve kristal hataları sebebiyle oluşan yarı iletkenliğe dış yarı iletkenlik denir. Yarı iletkenleri çoğu dış yarı iletkenlerdir. Safsızlıklar ve kristal hataları kolay elektron veren ve kolay elektron alan merkezlerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu merkezler elektronların değerlik bandından iletkenlik bandına geçmesini katalizleyerek yarı iletkenliği güçlendirmektedir. Elektronların birincil yük taşıyıcı olduğu kolay elektron veren merkezlere sahip olan kristallere n-tipi yarı iletken, artı yük taşıyıcı gibi davranan yani kolay elektron alan merkezlere sahip kristallere ise p-tipi yarı iletken denir. Yarı iletkene doplama yapılmadığı zaman fermi enerji seviyesi değerlik bandı ile iletkenlik bandının ortasıdır (Şekil 8.4).



Şekil 8.4 Saf, n tipi ve p tipi yarı iletkenler (Sarıca, 2013)

Buna saf yarı iletken ($n_0=p_0=n_i$) denir. P tipi katkılandırma (doping-doplama) yapıldığında fermi seviyesi değerlik bandına, n tipi katkılandırma yapıldığında ise iletkenlik bandına doğru kayar (Çakır, 2011).

Örneğin, saf silisyum kristali içerisine değerlik elektron sayısı beş olan fosfor atomu katkılanırsa, fosfor atomu, silisyum atomunun yerine oturup dört değerlik elektronu ile silisyum daha önce kristal içerisinde yaptığı bağları sağlar iken, fosforun beşinci değerlik elektronu açıkta kalacaktır. Fosfor atomuna çok zayıf olarak bağlı olan bu elektron çok küçük bir enerji ile atomundan ayrılarak silisyum kristalinin iletkenlik bandına çıkacaktır. Fosfor atomunda olduğu gibi, katıldığı kristal yapıya elektron veren safsızlık atomlarına verici denir. Bu şekilde katkılanmış yarı iletkenlerde elektriksel yük, elektronlar ile iletkenlik bandında taşınır ve bu nedenle bu yarı iletkenler n-tipi olarak sınıflandırılır (Şekil 8.5). Saf silisyum kristali içerisinde değerlik elektron sayısı üç olan bor atomu katkılandırdığımızda, silisyum atomunun yerini alan bor atomu, silisyum kristalindeki üç atomla bağ yaparken dördüncü atomla paylaşacağı elektronu olmadığı için, bir eksik bağ ortaya çıkacaktır. Değerlik bandının kıyı enerjisine yakın bulunan bu enerji düzeylerine çok küçük enerjilerle bile değerlik bandından elektronla doldurularak değerlik bandında boşluklar oluşacaktır. Bu şekilde katkılanmış yarıiletkenlerde değerlik bandındaki boşlukların sayısı iletkenlik bandındaki serbest elektron sayısından daha çok olduğundan, çoğunluk taşıyıcıları artı yükleri gibi düşünülen boşluklardır. Boşlukların çoğunluk taşıyıcısı olduğu bu tür malzemelere p-tipi yarı iletken adı verilir (Şekil 8.5) (Bekçi, 2012).

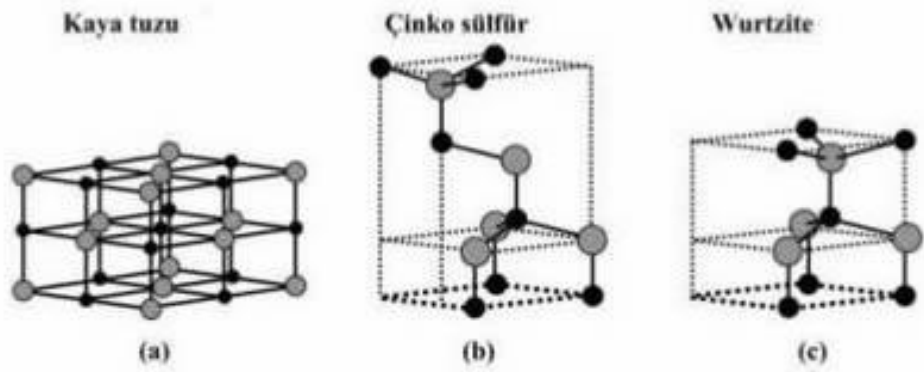


Şekil 8.5 n tipi doplama (katkılandırma) ve p tipi doplama (katkılandırma) (Sarica, 2013)

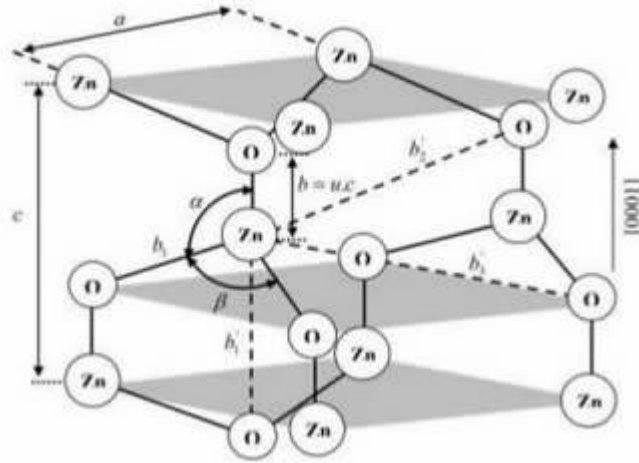
8.7 ZnO

Son zamanlarda yapılan araştırmalara bakıldığında ZnO üzerinde araştırma yapılan ve bir çok önemli araştırma projelerinde kullanılan en önemli malzemelerden birinin ZnO olduğu görölmektedir. ZnO 300 Kelvin sıcaklıkta Eg-3.33 eV gibi bir bant aralığına sahiptir. Bu özelliği onu kullanım için cazip kılmaktadır.

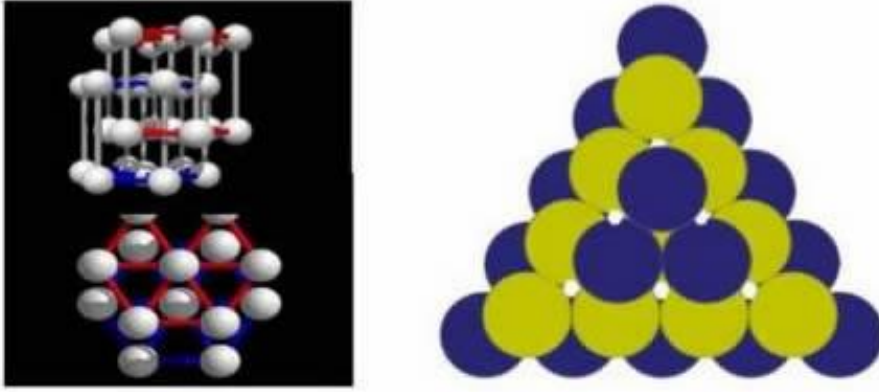
8.7.1 ZnO kristal yapısı



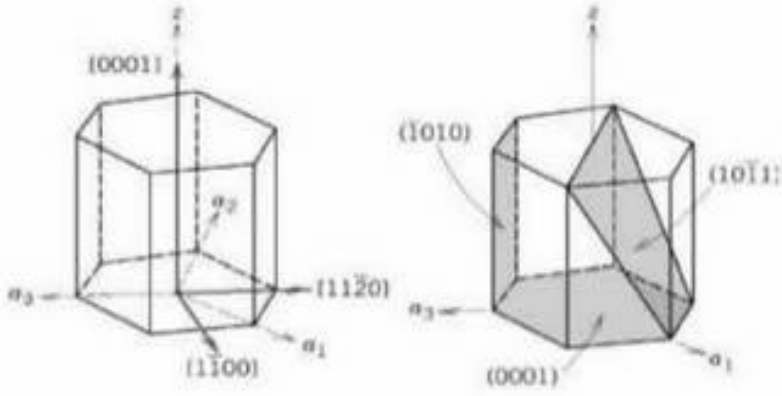
Şekil 8.6 ZnO'nin kristal yapıları, a) Kübik kaya tuzu, b) Kübik çinko sülfür, c) Hegzagonal wurtzite, (Gri küreler O atomlarını siyah küreler Zn atomlarını göstermektedir)



Şekil 8.7 Taban düzleminde a ve taban doğrultusunda c örgü sabitlerine sahip wurtzite yapıdaki bir ZnO



Şekil 8.8 Sıkı paketli wurtzite ZnO kristalleri



Şekil 8.9 Hekzagonal bir hücredeki düzlemler ve doğrultular

8.7.2 ZnO özellikleri

ZnO'in geniş bir exciton bağlanma enerjisine sahip olması, ZnO tabanlı aygıtlar için kristal büyütme teknolojisi içinde en basit olan yarıiletken olması, ZnO'in tüm asit ve alkalilerde kolaylıkla aşındırılabilir olması ve bunun küçük boyutlu aygıtların üretimi için bir fırsat sağlaması, direkt ve geniş bant aralığına sahip olması, yüksek boyutlarda örgü sabiti ve ısıl genişleme sorununun olmaması ve yüksek enerjili elektromanyetik radyasyona bilinen en dayanıklı yarı iletken olması en önemli özellikleridir.

8.8 Güneş Pilleri

Fotovoltaik kelimesi Yunanca ışık anlamına gelen “phos” ve elektrik alanında çalışmalar yapan bilim adamı Alessandro Volta'nın “voltaic” kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşmuştur. 1839 yılında Fransız fizikçi Edmond Becquerel fotovoltaik etkiyi keşfetmiştir. Fotovoltaik olayın keşfi ilk güneş pillerinin başlangıcını oluşturmuştur. Becquerel ışıktan gerilim üretmeyi başarmıştır. Elektrotlar elektrolit içerisine daldırılmış ve elektrotlar arasında gerilim elektrolit üzerine gönderilen ışığın şiddetiyle değişmiştir. Dolayısıyla gerilimin ışık şiddetine bağlı olduğu görülmüştür (Güneş Sistemleri, 2014).

William G. Adams ve Richard E. Day 1876'da silisyum kristallerini bulmuşlardır. Fotovoltaik etki 1905'te Albert Einstein tarafından düzgün bir şekilde ifade edilmiştir. Bu çalışmasıyla 1921 Nobel Fizik ödülünü kazanmıştır. Dary Chapin, Gerald Pearson ve Calvin Fuller 1950 yılında silikon hücrelerinden %4 verim elde etmişlerdir. Bu teknoloji ilk 1954 yılında “Vanguard 1” uydusunda kullanılmış ve 1960-1970 li yıllarda havacılık ve uzay çalışmaları sektörü güneş pillerinin gelişiminde öncü olmuştur (Solar Cells, 2014).

Ayrıca 1970'lerde baş gösteren petrol ve enerji krizi ülkeleri ve özellikle petrolde dışa bağımlı ülkeleri alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine sebep olmuştur. Bu alternatif yenilenebilir enerjiler içinde güneş enerjisi ve dolayısıyla güneş pilleri önem kazanmıştır. Çevre bilincinin gelişmesi de bu sektörün desteklenmesini sağlamıştır.

8.8.1 Güneş pili türleri

Günümüzde güneş pili yapımında birçok madde kullanılmakta ve yeni maddeler üzerinde çalışmalar sürmektedir. Güneş pillerinin çeşitliliğinde kullanılan maddelerin yanı sıra yapılış yöntemlerinin de çeşitliliği farklı güneş pillerinin oluşmasını sağlamıştır. Aşağıda belli başlı güneş pilleri anlatılmıştır. Güneş pilleri 3 nesil olarak incelenebilir.

Birinci Nesil Güneş Pilleri:

Tek kristal silisyum ve çok kristal silisyum güneş pilleri bu gruptandır. Silisyum güneş pili yapımında en çok kullanılan maddedir. Silikon'un band boşluğu 1,12 eV'tur. Fotovoltaik özellik bakımından daha üstün başka maddeler olmasına rağmen silisyum teknolojisinin gelişmiş olması ve ekonomik nedenlerden dolayı tercih edilmektedir. Çok kristalli malzemede damarlar kristal yapıda olup birbirlerine doğrudur. Elektriksel özellikleri hemen hemen tek kristalli pillerle aynıdır. Kristalin kalitesi damarların kalınlık ölçüleriyle doğru orantılıdır. Damarlar arasındaki kopukluk iletimde engelleyici rol oynar. Çok kristalli silisyum üretim teknolojileri için daha az enerji gerekir. Çok kristalli yapının verimi tek kristalli yapının verimine göre daha düşüktür. Ancak bahsedildiği gibi üretim maliyetinin düşük olması sebebiyle tercih edilmektedir (Sarica, 2013).

İkinci Nesil Güneş Pilleri:

- İnce Film Silisyum

Bu teknikte çok ince bir tabaka üzerine (1-2 mikrometre) absorpsiyon özelliği iyi olan malzemeler kaplanır. Böylece hem seri üretim hem de piller arası bağlantılar daha iyi yapılabilir.

- CdTe

CdTe $E_g=1.5$ eV'dur. Bu değer güneş ışınımından verim elde etmek için gerekli maksimum değere yakındır. Absorbsiyon özelliğinin iyi olması ve üretim maliyetinin düşük olması tercih sebebidir.

- CuInSe₂

CuInSe₂'un yasak enerji aralığı 1.02-1.68 eV dolayındadır. Bu değer güneş spektrumuna uygun bir şekilde ayarlanabilir. CuInSe₂ güneş pili absorpsiyon özelliğinin iyi olması sebebiyle tercih edilmektedir.

- Amorf Silisyum

Amorf silisyum güneş pilleri ince film güneş pillerinin en önemli teknolojilerinden biridir. Günümüzde çok küçük cihazların güç kaynağı olarak kullanılmaktadır.

- Organik Boya Duyarlı Güneş Pilleri (DSSC)

- Plastik Güneş Pilleri (moleküler ve polimerik)

Üçüncü Nesil Güneş Pilleri:

- Çok kavşaklı tandem piller

- Sıcak elektron dönüştürücüleri

- Kuantum nokta (dot) güneş pilleri

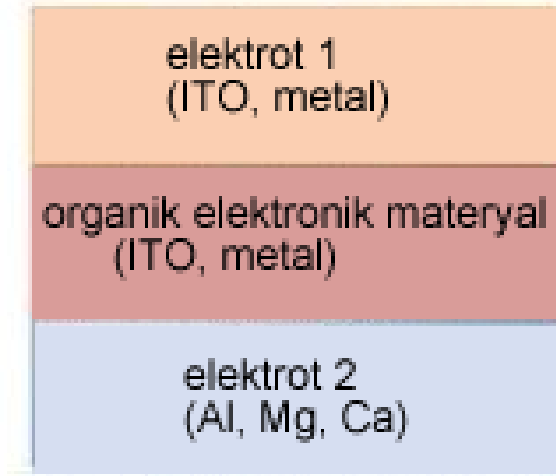
8.8.2 Organik boya duyarlı güneş pilleri

Organik boya duyarlı güneş pilleri organik molekül tabakası ile güneşten gelen ışığı absorbe ederek elektrik enerjisine çeviren fotovoltaik cihazlardır. Bu güneş pilleri sistemin kurulumuna göre birkaç kW'tan birkaç MW'ta kadar enerji üretebilmektedir. Genellikle boya, yarı iletken ve elektrottan oluşur. Pigmentler, boyalar, sıvı kristaller, iletken polimerler organik madde olarak kullanılmaktadır.

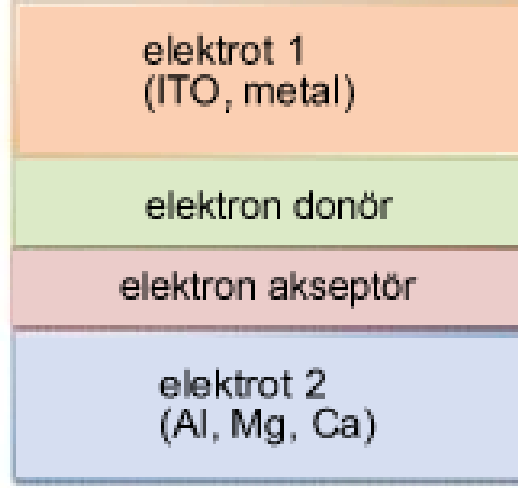
Boya duyarlı güneş pilleri (DSSC) 1991 yılında Gratzel ve O'Regan tarafından bulunmuştur. Bu nedenle bu tür pillere Gratzel pili denmektedir.

Organik boya duyarlı güneş pillerinin birkaç çeşidi vardır. Bunlar:

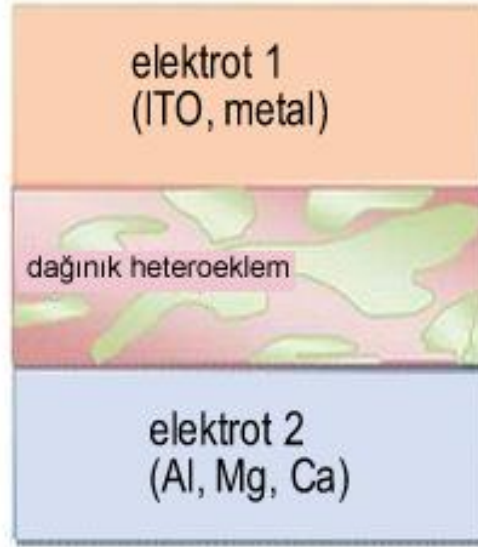
Tek tabakalı (Şekil 8.10), çift tabakalı (Şekil 8.11) ve bulk heterojunction (Şekil 8.12) güneş pilleridir (Gazi Üniversitesi, 2014).



Şekil 8.10 Tek tabakalı güneş pili



Şekil 8.11 Çift tabakalı güneş pili

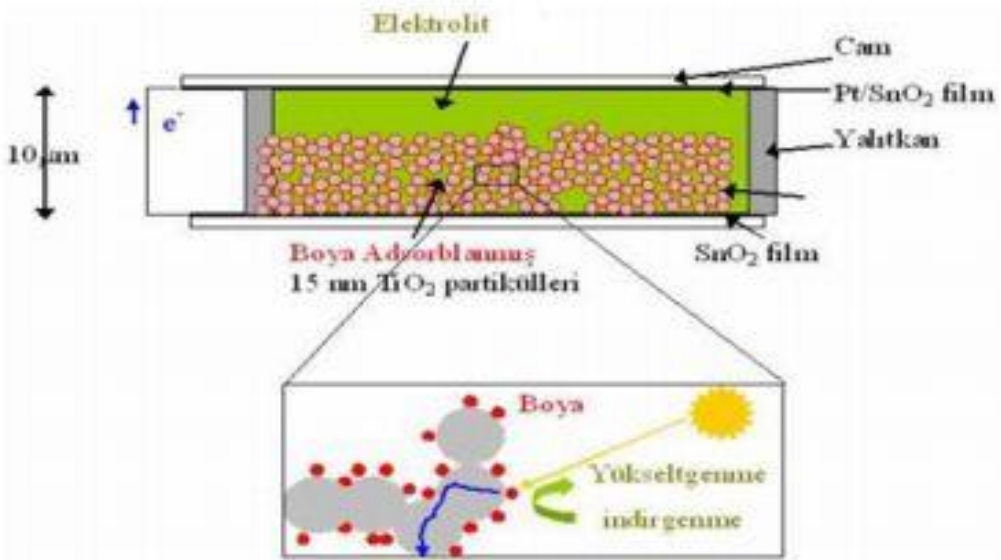


Şekil 8.12 Bulk heterojunction güneş pili

Günümüzde genellikle çalışılan organik güneş pilleri, iki elektrot arasına yerleştirilmiş donör (D) ve akseptör (A) çift tabakalı yapılardır. Uyarılma ile birlikte donörün HOMO'su ile akseptörün LUMO'su arasındaki elektron geçişleri ve yük ayrımı olması ve bunun elektrotlara iletilmesi ile bir elektrik alan oluşumu fotoakımın ve fotovoltajın oluşmasına neden olur. Ancak organik materyallerin uyarılma ömürleri çok kısa olduğundan sadece 10 nm kadar bir uzaklığa iletim gerçekleşebilmektedir. Bu uzaklıktan daha uzak bir mesafe söz konusu ise fotoakım kaybolur ve güneş pili etkinliği azalır. Bu nedenle organik filmler son

derece ince yapılmalıdır. Bu durum göz önünde bulundurularak son zamanlarda organik piller “bulk heterojunction” olarak hazırlanmaktadır. Donör ve akseptör bileşiklerden bir karışım oluşturulmakta, böylece donör-akseptör temas yüzeyi artırılarak iletimin kolaylaşması sağlanmaktadır.

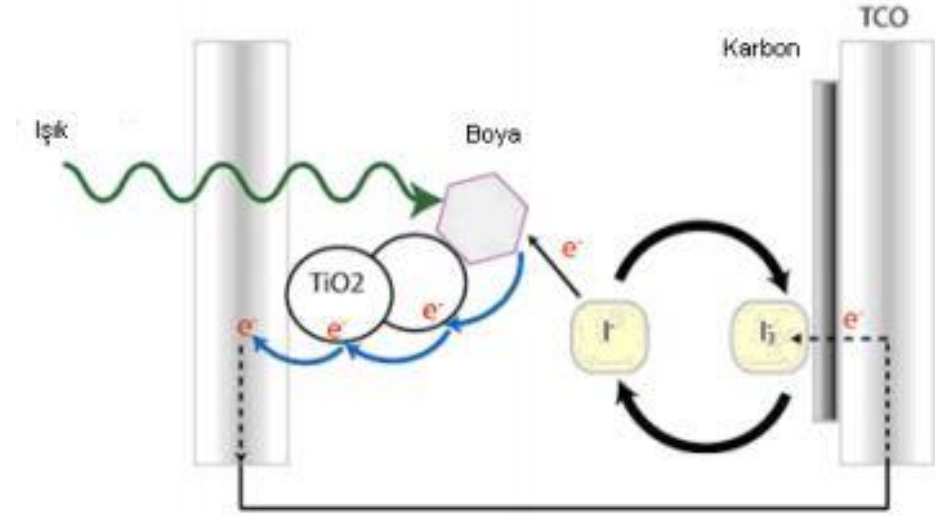
Polimer yerine organik moleküllerin kullanıldığı boya sensörlü güneş pili, iletken cam yüzeyine kaplanmış nanokristal yapının (genelde TiO_2 , alternatif olarak ZnO ve SnO_2) organik boya ile duyarlaştırılması ile oluşturulan yarı iletken film ve TiO_2 tabakasının gözeneklerini dolduran boşluk iletken malzemeden meydana gelmektedir (Şekil 8.13)



Şekil 8.13 Organik boya esaslı güneş hücreleri genel şablonu (DSSC) (Gazi Üniversitesi, 2014)

Organik boya esaslı güneş pilinin çalışmaya başlaması, ışığın nanokristal TiO_2 üzerine absorblanmış olan boya molekülleri tarafından soğurulması ile olmaktadır. Işığı soğuran boya uyarılmış hale geçer ve uyarılan boya molekülü bir elektronunu titanyum oksidin iletkenlik bandına (CB) iletir. İletilen elektronlar, TiO_2 filmindeki nanokristal yapıyı ağ boyunca ilerleyerek saydam elektroda ulaşır ve buradan da dış devreye geçer. Bir elektronunu TiO_2 'in iletkenlik bandına aktarmasıyla oluşan boya katyonları, redoks çifti içeren elektrolit tarafından nötral hale indirgenir. Yükseltgenen elektrolit ise dış devre üzerinden platinlenmiş

elektroda gelen elektron tarafından indirgenir. Bu şekilde organik boya esaslı güneş pilinin çalışması sırasında net yük her zaman sıfırdır, dolayısıyla kimyasal olarak bir değişme meydana gelmez. Bu elektron aktarım süreçleri sonunda fotoakım meydana gelir. Organik boya esaslı güneş pilinde sürekli akım elde etmek için bu indirgenme-yükseltgenme işlemlerinin sürekli tekrarı gerekir (Şekil 8.14) (Gazi Üniversitesi, 2014).

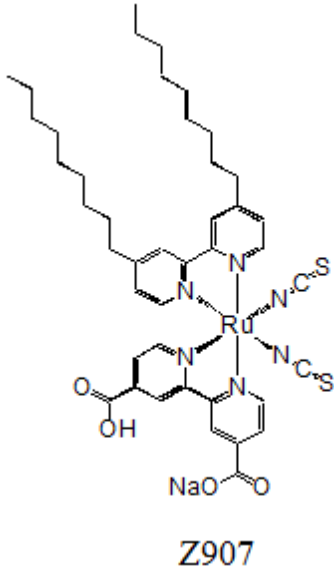


Şekil 8.14 DSSC çalışma prensibi (Gazi Üniversitesi, 2014)

9. GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ İÇİN MALZEME SENTEZİ

9.1 Kullanılan Kimyasal Malzemeler

Yapılan çalışmada ZnO için çinko nitrat hegzadhidrat ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$); baz (NaOH), saf su (H_2O) ve Ag katkılandırma (doplama) için gümüş nitrat ($AgNO_3$) kullanıldı. Boyar madde olarak ise rutenyum Z 907 kullanıldı (Şekil 9.1).



Şekil 9.1 Rutenyum Z-907 boyasının kimyasal yapısı *cis*-Bis (isothiocyanato) (2,2'-bipyridyl-4,4'-dicarboxylato) (4,4'-di-nonyl-2'-bipyridyl) ruthenium(II) (Sigma Aldrich, 2014)

9.2 Mikrodalga Yöntemiyle Sentez

Mikrodalga ile yapılan sentezler mikrodalga ile çalışan herhangi bir mikrodalga fırında veya sentezler için özel tasarlanmış laboratuvar tipi mikrodalga fırınlarda (Şekil 9.2) yapılabilmektedir. Mikrodalgalar frekansları 1 GHz ile 1000 GHz arasında, dalga boyları 0.1-100 cm olan elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalga fırınlarda 2,45 GHz frekans kullanılmaktadır. Bu su moleküllerinin rezonans frekansıdır. Bu sebeple mikrodalga ışına en çok su tarafından soğurulur ve su içeren materyaller daha çabuk ısınır. Bu yüzden laboratuvarlarda genellikle 2.45 Ghz'lik fırınlar kullanılmaktadır.

Sentezi yapılacak olan madde kaba konarak fırına yerleştirilir ve basınç, sıcaklık, süre gibi değerler ayarlanır. Bu değerlerin hafızaya alındığı programlar da kullanılabilir.

Mikrodalga ile sentez, geleneksel yöntemlerden hem daha hızlıdır hem de reaksiyon sürecinde yalnızca materyal ısınır, fırın ve ortam ısınmaz. Mikrodalgaların enerjileri, materyal içinde ısıya dönüştüğü için, materyal içinde bir radyasyon oluşması vb. bir durum genellikle söz konusu değildir. Mikrodalga ile reaksiyon hızlı olduğu için reaksiyon süresi kısa olur. Otoklavda ortalama 36 saat kalsinasyon için hazırlanan materyal, mikrodalga ile 30-60 dk ile hazırlanabilir. Mikrodalga fırınlar normal fırınlara oranla 4'te 3 daha az güç harcamaktadırlar. Örneğin elektrikli bir fırın 1000-1500 watt'lık elektrik enerjisi harcarken, mikrodalga fırınlar yalnızca 300-500 watt'lık bir enerjiyle çalışırlar. Yani çok daha verimlidirler (Çakır, 2011).



Şekil 9.2 Laboratuvarda kullanılan mikrodalga fırın

10. GÜNEŞ HÜCRESİ ÜRETİMİ DENEYSEL ÇALIŞMALAR

10.1 Materyallerin Karakterizasyonu

Ag-doplu ZnO örneklerinin kristal yapıları XRD (Bu işlem Rigaku marka X-ışını difraktometresi (XRD) Cu Ka radyasyon (1.540 Å) ile yapıldı ve numunelerin kristal yapılarını karakterize etmek için kullanıldı.) çalışmaları ile tayin edildi. Hazırlanan Ag doplu ZnO örneklerinin morfolojileri SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu) ile incelendi. Philips XL 30S FEG, Enerji Saçılımlı X-ışını spektroskopisi (SEM EDX) ile Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) ekipmanı örneklerin morfoloji ve karakterizasyonu için kullanıldı. Boya duyarlı güneş hücrelerinin akım-gerilim (J-V) değerleri ölçüldü. Tüm akım-gerilim (J-V) değerleri, 100 mW/cm² ışık yoğunluğu altında ve AM 1,5 değeri ile yapıldı. J-V veri toplama işlemi Keithley 2400 Kaynak-Metre ve LabView veri toplama yazılımı kullanılarak yapıldı.

10.2 Gümüş Doplanan ZnO'lerin Sentezi

Ag katkılı ZnO mikrodalga fırın kullanılarak basit hidrotermal işlem yöntemiyle sentezlenmiştir. Sentez için çinko nitrat heksahidrat ($Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$), gümüş nitrat ($AgNO_3$) ve NaOH kullanılmıştır. Bütün kimyasallar Sigma-Aldrich şirketinden satın alınmış ve alındığı gibi kullanılmıştır. 3.15 mmol $Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ve uygun miktarda $AgNO_3$ 50 mL saf su içinde çözüldü ve 37,5 mmol sodyum hidroksit (NaOH), ilk çözeltinin içine ilave edildi. Beş numune Ag: ZnO mol oranları 0,5; 1; 1,5; 2; 3 % 'si olarak hazırlandı. Ve manyetik karıştırıcı ile karıştırıldı. Daha sonra, karışımlar, teflon kaplı kaplara aktarıldı, ardından kaplar, mikrodalga fırın içine yerleştirildi. Bu karışımlar 195°C'de, 195 PSI altında 1 saat mikrodalga fırında reaksiyonun gerçekleşmesi için bekletildi. Reaksiyonlar tamamlandıktan sonra, teflon kaplı kaplar mikrodalga fırından çıkarıldı. Daha sonra karışımlar süzüldü ve çökelekler toplandı. Elde edilen ürün, saf su ile birkaç defa yıkandı. Daha sonra, saf malzeme 70°C sıcaklıkta bir fırın içinde kurutuldu. Sentezlenmiş olan malzemeler morfolojik olarak, yapısal açıdan incelendi ve boya duyarlı güneş pili uygulamasında kullanıldı.

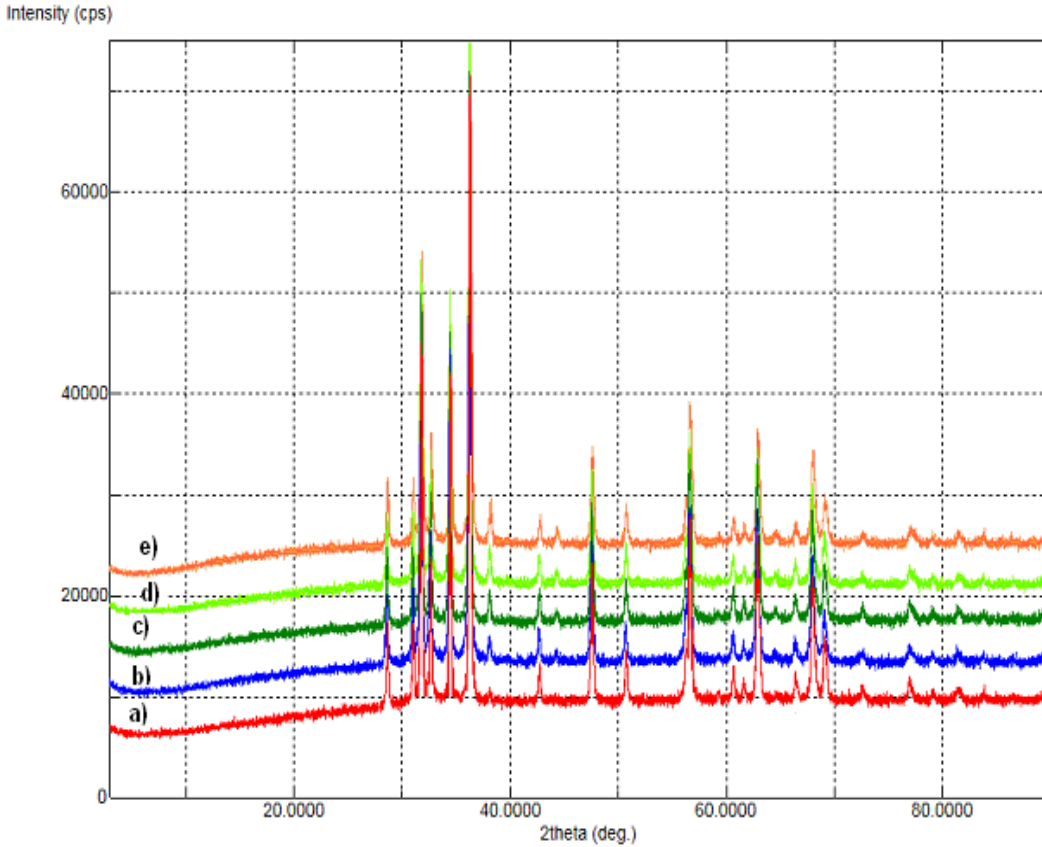
10.3 Güneş Hücresi Yapımı Ve Karakterizasyonu

Karşıt elektrot olarak FTO ((TEC 8; Pilkington Cam) platin (Platisol, Solaronix) ile katalize edilmiş) cam 2cm*1,5 boyutlarında kesilerek hazırlandı. Ag:ZnO etanol çözücü içinde karıştırıcı kullanılarak macunlar hazırlandı. Aktif güneş pili alanı (0,5 cm*0,5cm) 0.25 cm² olarak ayarlandı ve bu alan Ag:ZnO ile kaplandı. Ag:ZnO kaplanmış FTO, alt-tabakalar, gece boyunca, oda sıcaklığında etanol içinde Z907 Ru kompleks 0,5 mm'lik bir çözelti içine bırakıldı ve bir nitrojen akışı altında kurutuldu. Hücre sandviç şeklinde hazırlanarak 0,6 M N-metil-N-bütül-imidazolyum iyodit (BMII) + 0.1 M Lil + 0.05 M I₂ + 0.5 M, 4-tert-butilpiridin (TBP) elektrolit çözeltisi önceden delinmiş delikten doldurularak delik surlyn yardımıyla kapatıldı.

11. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

11.1 Ag:ZnO Materyallerin X Işını Kırınımı (XRD) Analizi

Sentezlenen Ag:ZnO numunelerinin her birinin X-ışını difraksiyonu (XRD) difraksiyon zirveleri ZnO JCPDS kartı (JCPDS kart no: 36-1451) ile uyumlu bir şekilde Şekil 11.1'de gösterilmiştir.



Şekil 11.1 Ag doplu ZnO örneklerin (Ag/Zn molar oranı: (a) %0.5; (b) %1.0; (c) %1.5; (d) %2.0; (e) %3.0) XRD analizi

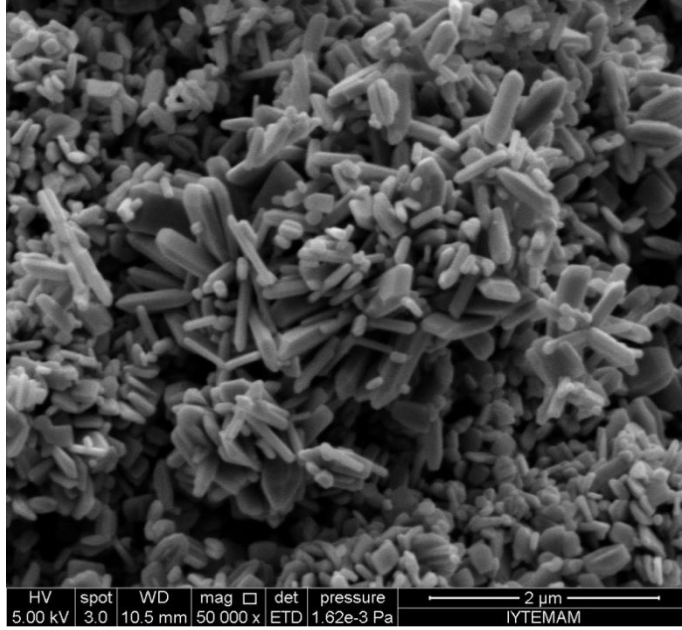
Bu sonuçlar Ag'ün hekzagonal wurtzite yapısı ile ZnO'e katkılanarak sentezlendiğini göstermektedir. 2θ de 31,8, 34,5, 36,3, 47,6, 56,6, 62,9, 66,3, 68,0, 69,2, 72,5, 76,90⁰ konumlandırılmış kırınım zirveleri, çinko oksit altıgen wurtzite evresine endeksli olabilir (JCPDS kart no. 36-1451). ZnO yansımalarına ek olarak, Ag (200) karşılık gelen küçük bir tepe de 44.04⁰ olarak karşımıza çıkmaktadır. ZnO ve Ag dışında, yabancı maddeler için başka yansıma modelleri tespit edilmiştir. Kırınım desenlerinin Ag tepe noktası net bir şekilde

nanopartiküller kristal gümüş kümelerin oluşumunu gösterir. Zn^{2+} 'dan daha büyük bir iyonik yarıçapa sahip bir katkılama elemanının ZnO kristal kafesinin ikame yerlerinde ikame zaman pik pozisyonu değerinde bir azalma genel olarak gözlenmiştir. Ag^+ iyonunun (1,22 Angström) bir Zn^{2+} iyonu (0,74 Angstrom)' dan daha yüksek bir iyonik boyutu vardır.

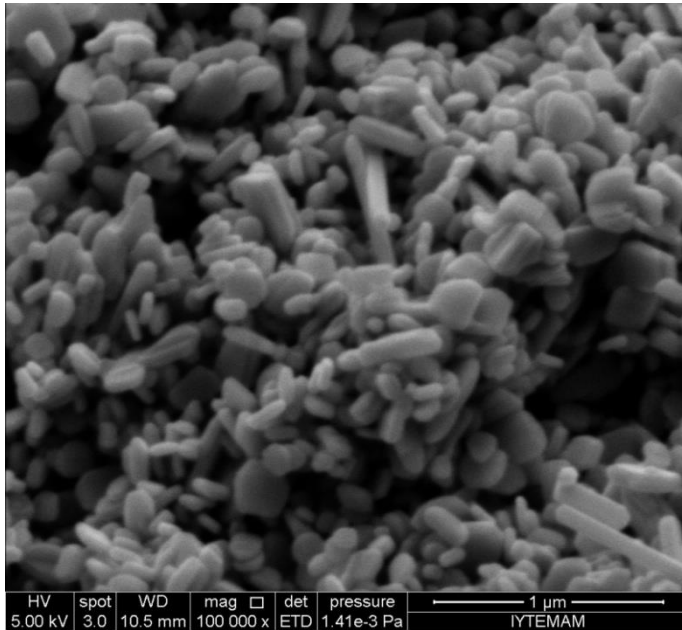
11.2 Ag:ZnO Materyallerinin SEM Ve EDX Analizleri

Ag katkılı olarak sentezlenmiş ZnO malzemelerin morfolojileri SEM ile incelenmiştir ve sonuçları Şekil 11.2-6 (a, b)'de gösterilmiştir.

a)

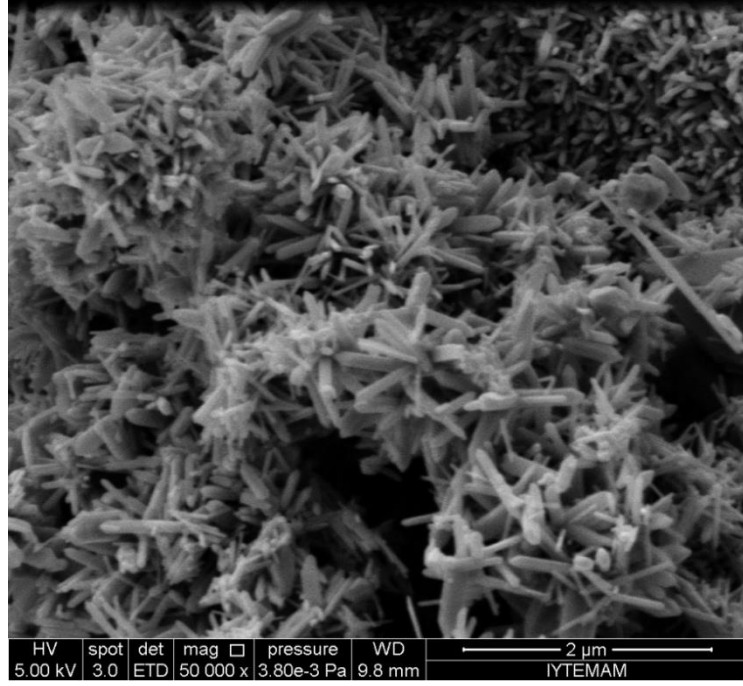


b)

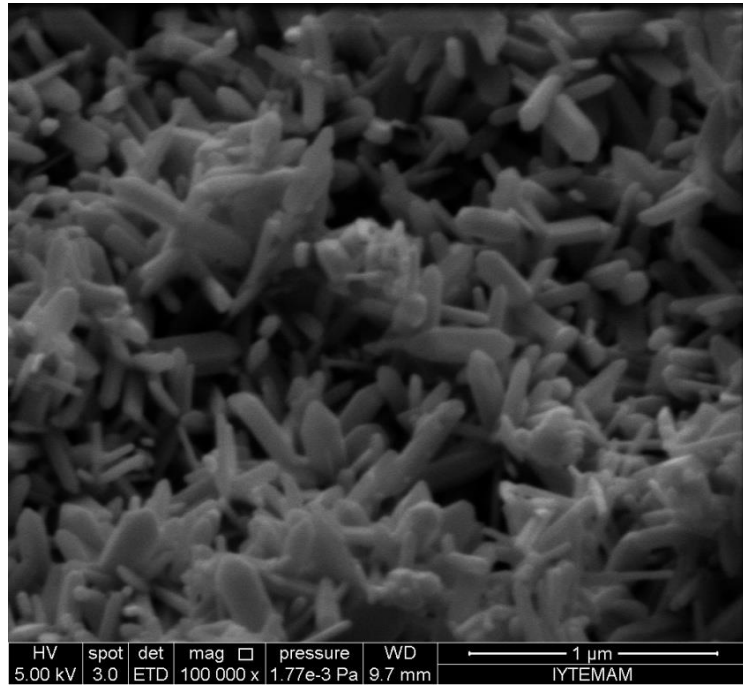


Şekil 11.2 Ag:ZnO %0.5 örneğinin SEM görüntüsü, 2 μm (a), 1 μm (b)

a)

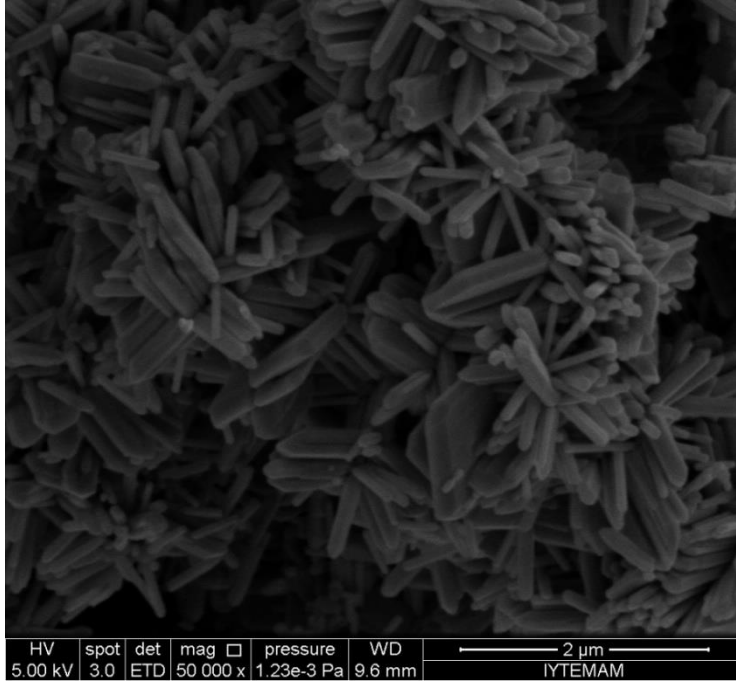


b)

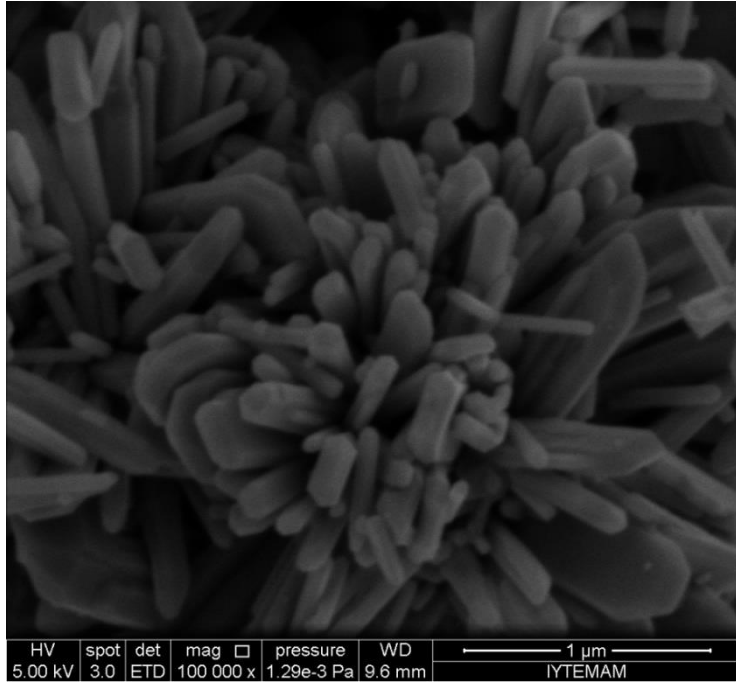


Şekil 11.3 Ag:ZnO %1 örneğin SEM görüntüsü, 2 μm (a), 1 μm (b)

a)

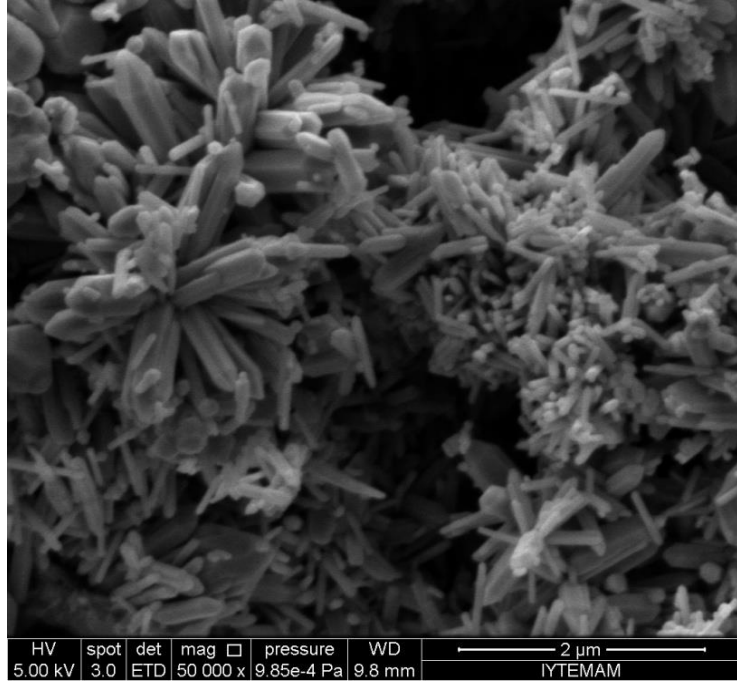


b)

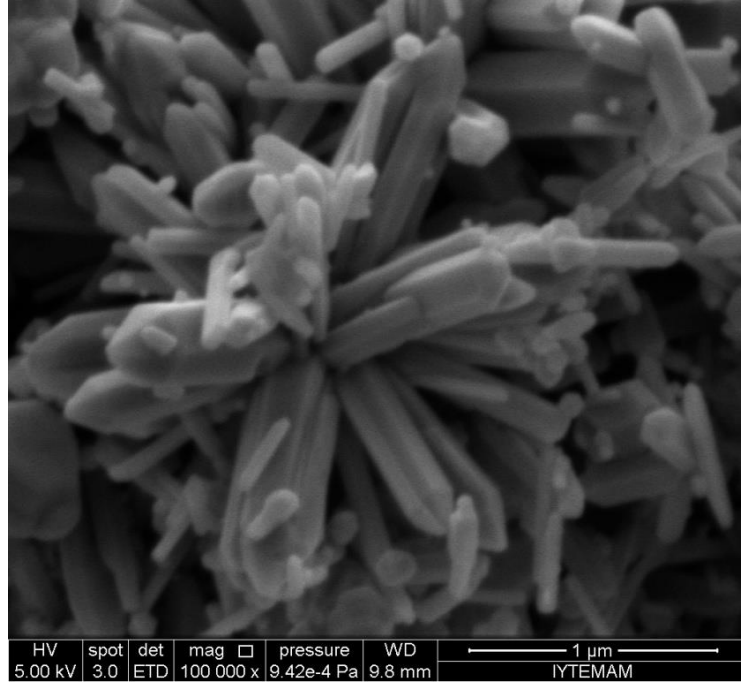


Şekil 11.4 Ag:ZnO %1.5 örneğin SEM görüntüsü, 2 μm (a), 1 μm (b)

a)

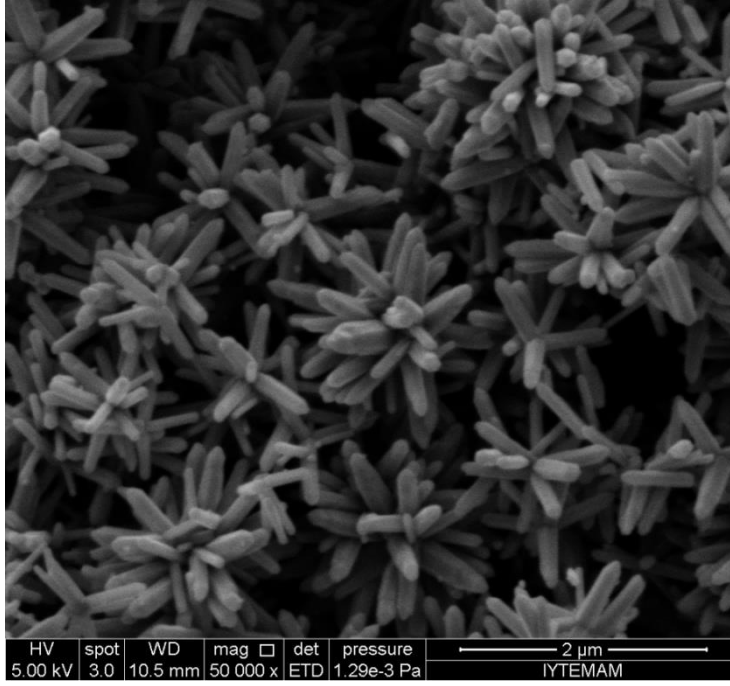


b)

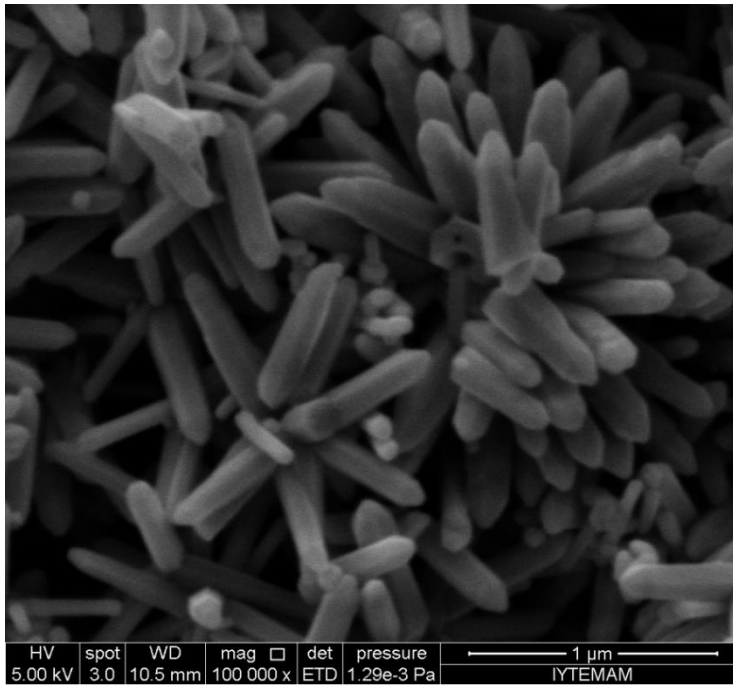


Şekil 11.5 Ag:ZnO %2 örneğin SEM görüntüsü, 2 μm (a), 1 μm (b)

a)



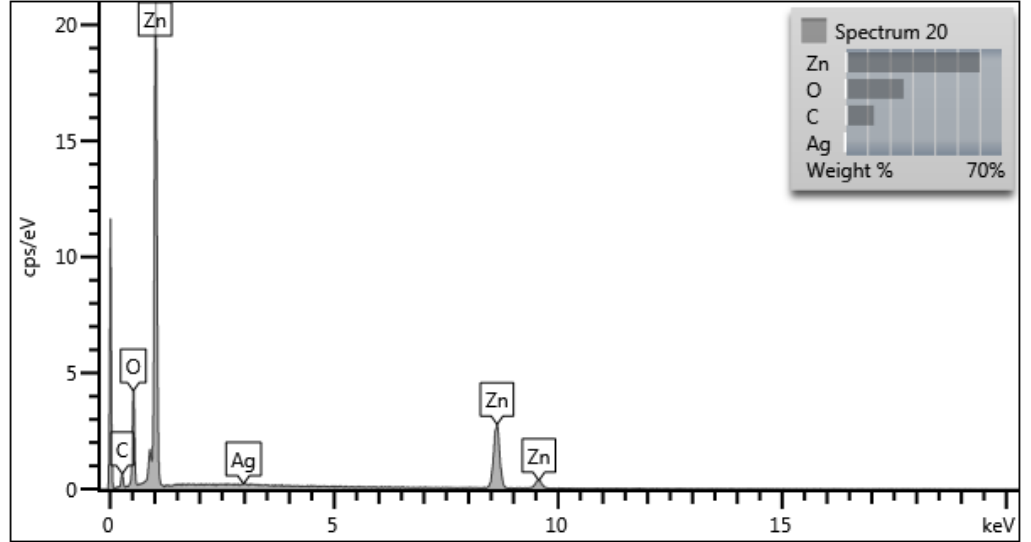
b)



Şekil 11.6 Ag:ZnO %3 örneğin SEM görüntüsü, 2 μm (a), 1 μm (b)

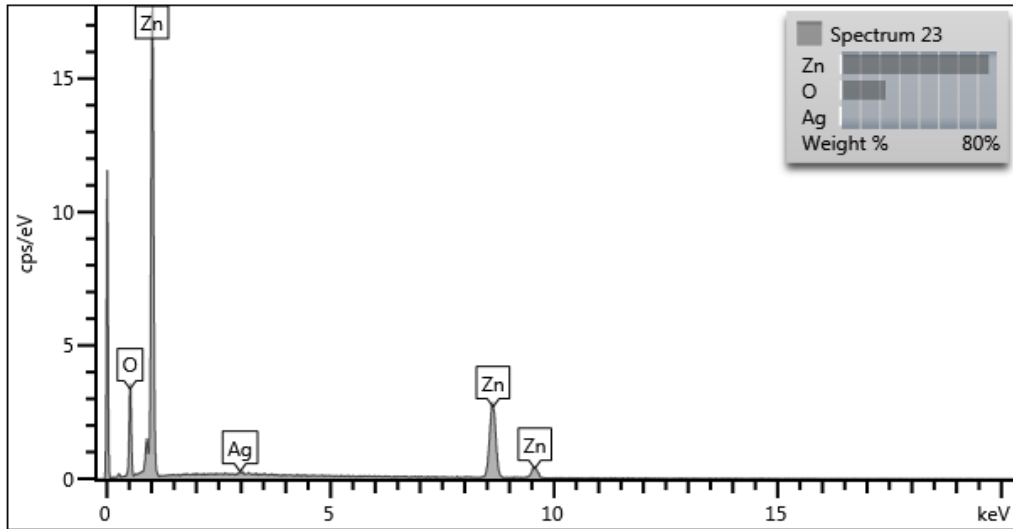
Gümüş takviye ile Ag katkılı ZnO malzemenin morfolojilerinin değiştiği ve uzunluğunun arttığı tespit edildi. Ag içeriği arttırıldığa ZnO nanorodda uzunluk artışı olduğu görüldü. Ag katkılı ZnO'lerin uzunlukları 79 nm'den 935 nm'ye ZnO kristal yapısının gümüş takviye konsantrasyonu arttırılarak değiştirildi. Ag katkılı ZnO malzemelerin safsızlık kontrolü ve Ag katkılanma varlığı enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (EDX) kullanılarak incelendi. EDX spektrumu Şekil 11.7 (a-e)'de gösterilmiştir. EDX spektrumu, Zn, O ve Ag için çeşitli ve iyi tanımlanmış zirveler göstermiştir. Başka bir yabancı madde ile ilgili hiçbir tepe spektrumu tespit edilmemiştir. Bu açık bir şekilde sentezlenen nano ZnO'lerin Ag-takviyeli olduğunu göstermiştir.

a)



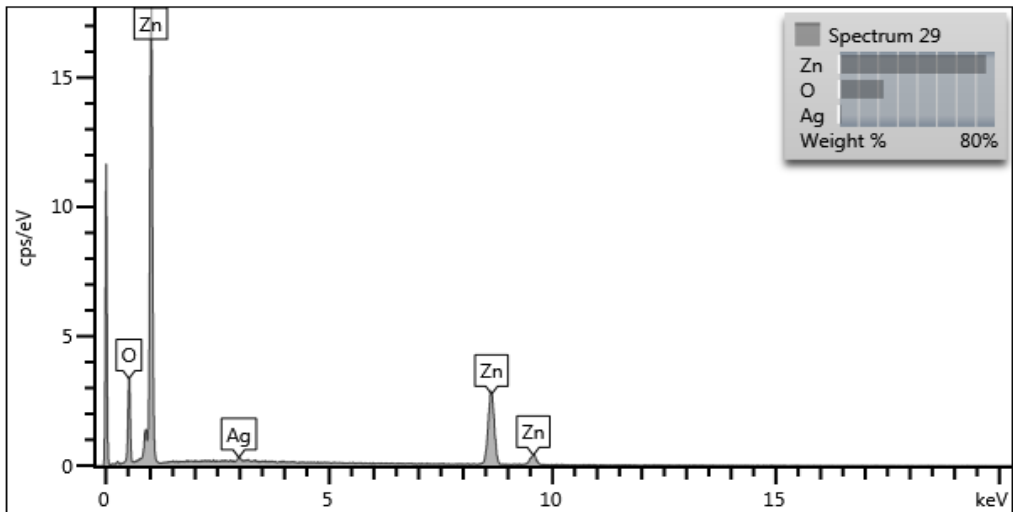
Element	Wt%	Atomic %
C	13.02	29.70
O	26.23	44.93
Zn	60.17	25.22
Ag	0.58	0.15
Total:	100.00	100.00

b)



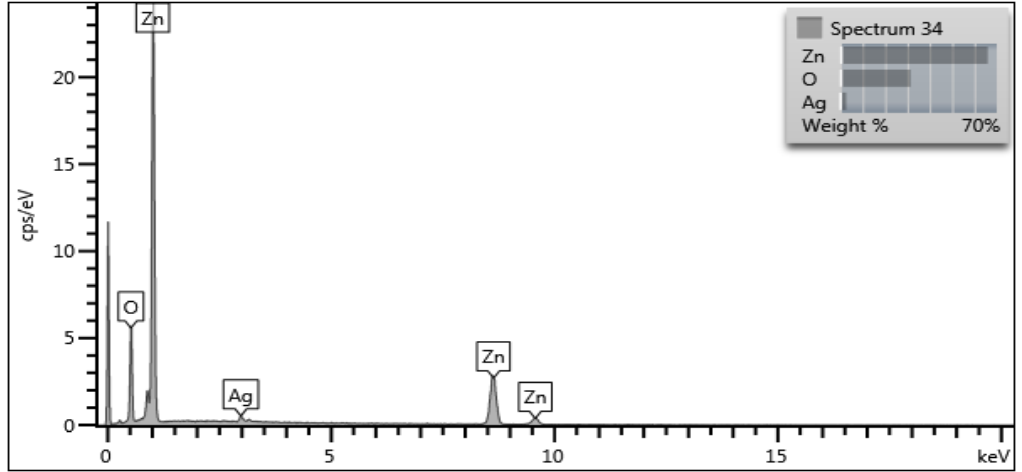
Element	Wt%	Atomic %
O	23.21	55.37
Zn	75.88	44.31
Ag	0.92	0.32
Total:	100.00	100.00

c)



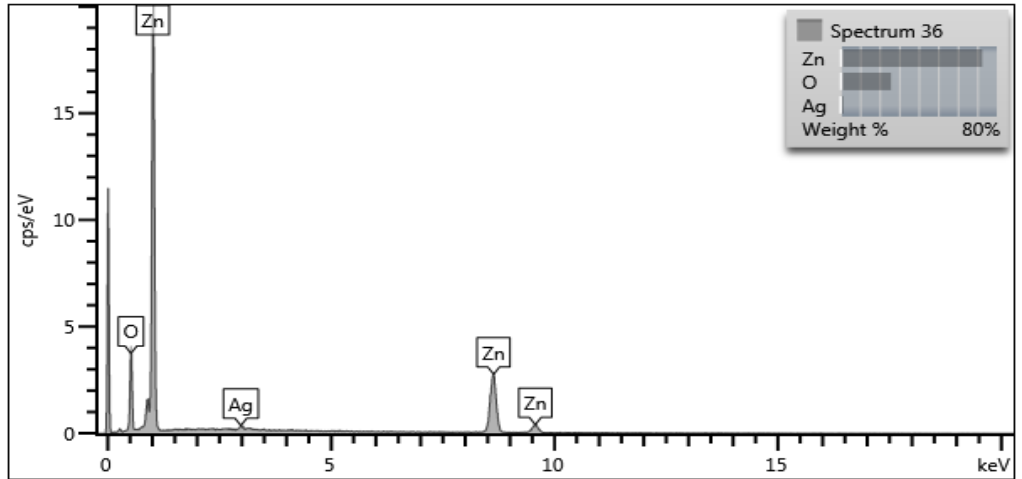
Element	Wt%	Atomic %
O	23.07	55.25
Zn	75.44	44.22
Ag	1.49	0.53
Total:	100.00	100.00

d)



Element	Wt%	Atomic %
O	31.42	65.52
Zn	65.93	33.66
Ag	2.65	0.82
Total:	100.00	100.00

e)

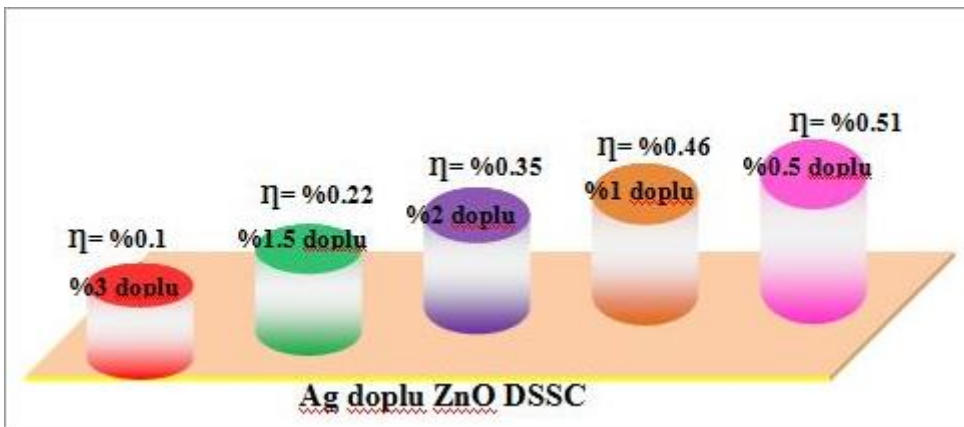


Element	Wt%	Atomic %
O	25.86	58.97
Zn	72.55	40.49
Ag	1.59	0.54
Total:	100.00	100.00

Şekil 11.7 Ag doplu ZnO örneklerin (Ag/Zn molar oranı: (a) %0,5; (b) %1,0; (c) %1,5; (d) %2,0; (e) %3,0) EDX analizi görüntüsü

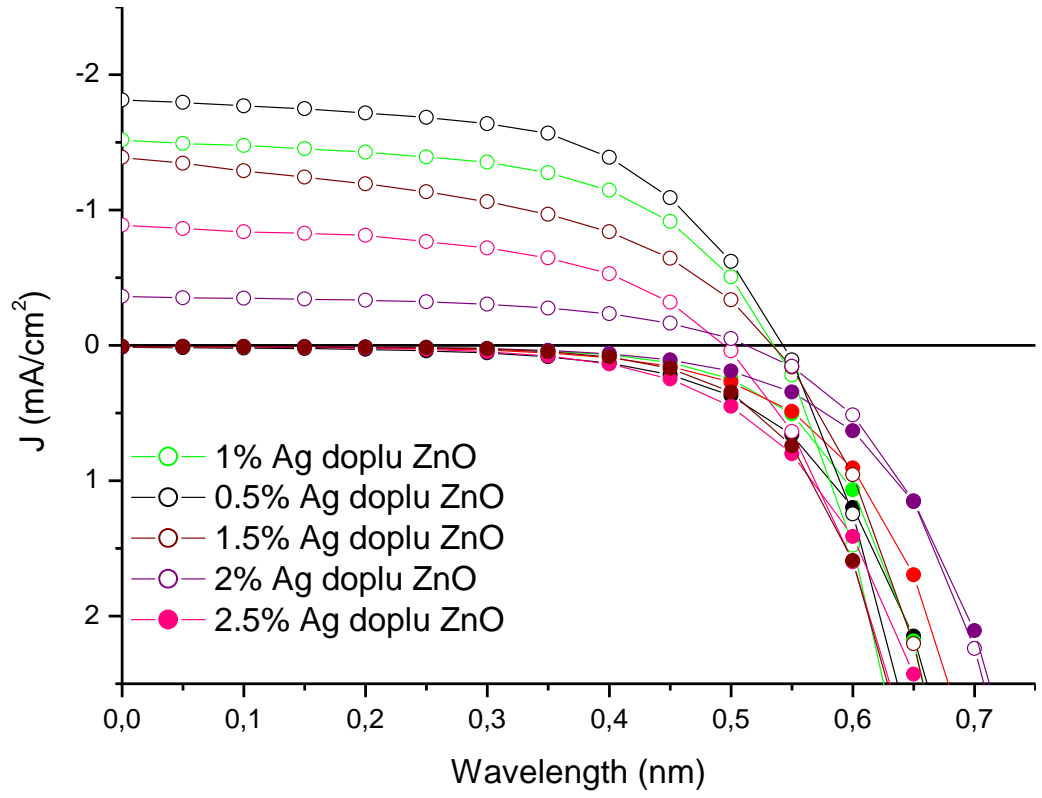
11.3 Ag:ZnO Materyallerin DSSC'lerdeki Fotovoltaik Performansı

Ag katkılı ZnO malzemeler kullanılarak yapılan boya duyarlı güneş pilleri Şekil 11.8'de gösterilmiştir. Ag:ZnO nanomateryale dayalı DSSC'lerin mevcut fotoakım yoğunluk photovoltage (J-V) ve foton dönüşüm verimliliği (IPCE) Şekil 11.9'da gösterildi ve fotovoltaik karakterizasyonu Çizelge 11.1'de özetlendi. % 0.5 Ag katkılı Ag:ZnO nano malzemenin performansının en iyi olduğu gözlemlendi. Ag konsantrasyonunun artışı ile fotovoltaik performanslarda azalma olduğu görüldü. %0,5 Ag katkılı Ag:ZnO 1,88 mA/cm² akım yoğunluğu ve %0,51 genel güneş pili verimliliği sergiledi. %3 Ag katkılı Ag:ZnO ise 0.36 mA/cm² akım yoğunluğu ve genel güneş pili verimliliği %0,10 göstermektedir. Ag ZnO nanomateryalin p-tipi özelliğini arttırdı. Z907 boya n-tipi ZnO malzemeler için uygundur. Ag katkının en fazla olduğu (%3 Ag katkılı Ag:ZnO) malzemenin fotovoltaik karakterizasyonunda büyük bir fark görüldü. Standart küresel AM 1.5 güneş ışını altında, %0.5 Ag: ZnO tabanlı DSSC %0.51 dönüşüm verimliliği, 1,88 mA/cm² kısa devre akımı yoğunluğu, 500 mV açık devre gerilimi ve 0.56 bir dolgu faktörü verdi. Aynı koşullarda, %1 Ag:ZnO tabanlı DSSC 0.46 dönüşüm verimliliği (η), 1.66 mA/cm² kısa devre akım yoğunluğu (Jsc), 500 mV açık devre gerilimi (Voc) ve 0.56 bir dolgu faktörü verdi. Güneş pili verimliliğinin ZnO yarı iletkene Ag doplandığında 0,51'den 0,10'e düştüğü görüldü. %0.5 Ag katkılı Ag:ZnO'in kullanıldığı DSSC 500 nm'de %10 verim görüldü (Şekil 11.9).

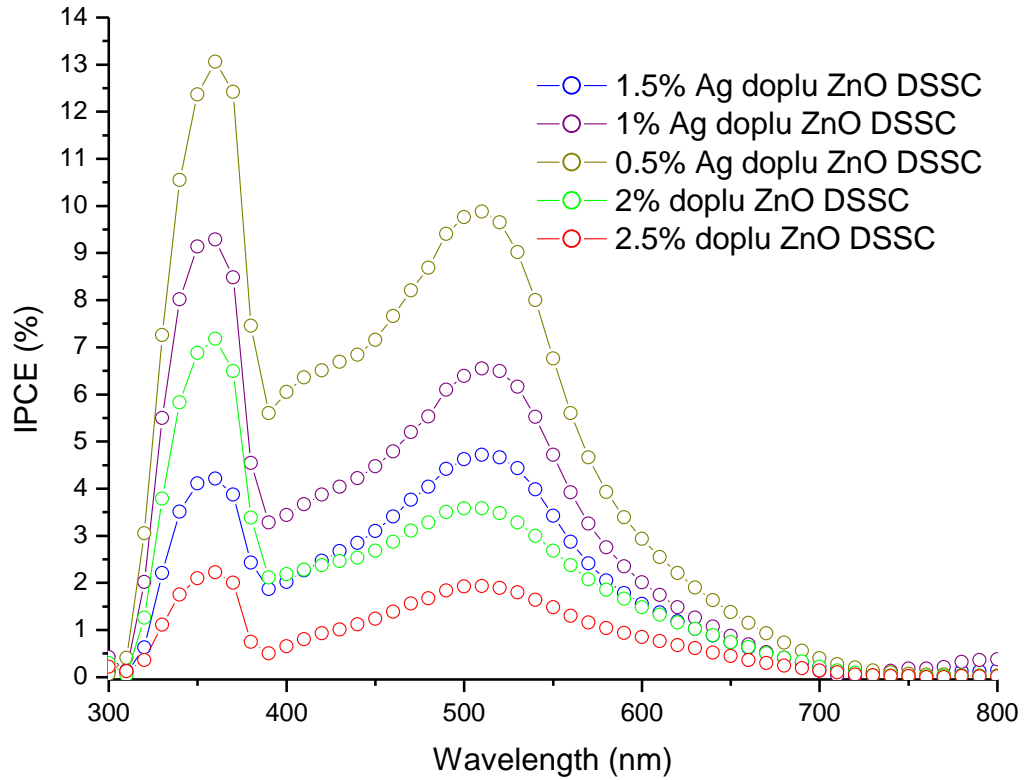


Şekil 11.8 Ag:ZnO materyallerin DSSC performanslarının şematik çizimi

a)



b)



Şekil 11.9 (a) J-V Eğrileri (b) Foton dönüşüm verimliliği (IPCE)

	J_{sc} (mAcm ⁻²)	V_{oc} (mV)	FF	η (%)
0.5% Ag:ZnO	1.88	500	0.56	0.51
1% Ag:ZnO	1.66	500	0.56	0.46
1.5% Ag:ZnO	0.88	500	0.51	0.22
2% Ag:ZnO	1.23	500	0.56	0.35
3% Ag:ZnO	0.36	500	0.53	0.10

Çizelge 11.1 Ag:ZnO temelli boya duyarlı güneş pilinin fotovoltaik performansı çizelgesi

11.4 Sonuç

Yapılan çalışmada ZnO malzemeye %0,5, %1, %1,5, %2 ve %3 molar oranda Ag doplanarak yeni malzemeler sentezlendi ve bu Ag:ZnO malzemeler XRD, SEM ve EDX analizi ile karakterize edildi. Ag:ZnO malzemelerden yapılan DSSC'lerin fotovoltaik performansları değerlendirildiğinde, Ag konsantrasyonunu artırıldığında Ag:ZnO malzemelerden yapılan DSSC'lerin performanslarının azaldığı görüldü. Standart küresel AM 1.5 güneş ışını altında, %0.5 Ag:ZnO tabanlı DSSC'nin 0.51 verimlilik, 1,88 mA/cm² kısa devre akımı yoğunluğu, 500 mV açık devre gerilimi ve 0.56 dolgu faktörü verdiği tespit edildi.

12. GENEL SONUÇ

Bu çalışmada sıcak su boru üretiminde yeni kullanımı yaygınlaşan PVC boru üretim aşamaları, üretimde kullanılan makinanın otomasyon çalışma biçimi ve üretim için gerekli olan yapılan testler incelenerek açıklanmıştır. Yapılan incelemeler neticesinde otomasyonla makinaların kontrolünün daha iyi yapıldığı, arızaların zamanında tesbit edilebildiği, enerji ve işgücünden tasarruf edildiği, yapılan testler ile de malzeme kalitesinin artırıldığı, ve malzeme kayıplarının en aza indirildiği sonucuna varılmıştır. Daha yüksek sıcaklığa dayanıklı plastik boru üretme için yapılan çalışmalardan istenen kalitede malzeme üretilmemiş, üretilen malzemeler testlerin tümünden geçemediği için üretimde kullanılmamıştır. Ayrıca yapılan diğer çalışmada ZnO malzemeye %0.5, %1, %1.5, %2 ve %3 molar oranda Ag doplanarak yeni malzemeler sentezlendi ve bu Ag:ZnO malzemeler XRD, SEM ve EDX analizi ile karakterize edildi. Ag:ZnO malzemelerden yapılan DSSC'lerin fotovoltaiik performansları değerlendirildiğinde Ag konsantrasyonu artırıldığında Ag:ZnO malzemelerden yapılan DSSC'lerin performanslarının azaldığı görüldü. Standart küresel AM 1.5 güneş ışını altında,% 0.5 Ag: ZnO tabanlı DSSC'nin 0.51 verimlilik, 1.88 mA/cm² kısa devre akımı yoğunluğu, 500 mV açık devre gerilimi ve 0.56 dolgu faktörü verdiği tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Arı, V.**, 2007, Türkiye Enerji Kaynakları, Enerji Planlaması ve Enerji Stratejileri, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 170s.
- Aydın, H.**, 2004, PVC Üretimi ve Katkı Maddeleri, Eskişehir
- Bekçi, R.D.**, 2012, Tersine Çevrilmiş Polimer Güneş Pilleri, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 90s.
- Braydson, J.A.**, 1999, Plastic Materials, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Crawford, R.J.**, 2002, Plastic Engineering, Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Çakır, A.Ç.**, 2011, Farklı Nanokristal Yapılarında Çinko Oksit Sentezi ve Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 54s.
- Duran, M.**, “Platik Boru Sektör Raporu”, <http://www.ito.org.tr/itoyayin/0003818.pdf> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)
- Deveci, S.**, 2005, Plastik Boru Üretimine Değişik Parametrelerin Etkisinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 93s.
- Erten-Ela S., Yılmaz M. D., Icli B., Dede Y., Icli S. and Akkaya E. U.**, 2008, A panchromatic boradiazaindacene (BODIPY) sensitizer for dye-sensitized solar cells, Organic Letters, 10 (15), 3299–3302 pp.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı**, “Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, <http://www.enerji.gov.tr/Resources/Sites/1/Pages/Sayi06/files/basic-html/page9.html> (Erişim tarihi:12 Aralık 2014)
- Ertes Doğal Gaz**, “Tesisatta Kullanılan Borular”, www.ertesdogalgaz.com.tr/faaliyet.../19-tesisatta-kullanilan-borular.html (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)
- Graetzel, M.**, 2001, Photoelectrochemical cells, Nature, 414:338-344pp.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Gazi Üniversitesi**, “Organik Tabanlı Güneş Hücreleri”, <http://w3.gazi.edu.tr/~znseferoglu/research/dssc-tr.pdf> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)
- Güneş Sistemleri**, “Fotovoltaik Tarihçesi”, <http://www.gunessistemleri.com/fotovoltaiktarihce.php> (Erişim tarihi: 14 Aralık 2014)
- Kim, K.S., Kang, Y.S., Lee, J.H. Shin, Y.J., Park, N.-G., Ryu, K.S. and Chang, S.H.**, 2006, Photovoltaic Properties of Nano-Particulate and Nanorod Array ZnO Electrodes for Dye Sensitized Solar Cells, Bulletin Korean Chemical Society, 27:295-297pp.
- Keis, K., Bauer, C., Boschloo, G., Hagfeldt, A., Westermarck, K., Rensmo, H. and Siegbahn. H.**, 2002, Nanostructured ZnO electrode for dye-sensitized solar cell applications, Journal of Photochemistry and Photobiology A Chemistry 148:57-64pp.
- Makine Mühendisleri Odası**, “Plastik Borular”, http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/60320be12a1c050_ek.pdf?dergi=149 (Erişim Tarihi: 14 Aralık 2014)
- Nart, Ç.**, 2011, Plastik Boru Üretimi İçin Spiral Kanallı Radyal Ekstrüzyon Kalıbının Sistematik Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 73s.
- Otomasyon**, “Otomasyon Nedir”, <http://otomasyon.nedir.com/#ixzz3OXYG3wjA> (Erişim tarihi: 6 Ocak 2015)
- Polietilen Boru**, “Polietilen Borular” <http://pipelife.com.tr/tr/urunler/polietilen-borular.php> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)
- P.K.S.**, “Teknik Bilgiler”, <http://www.pks.com.tr/teknik.htm>, P.K.S, 2014 (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)
- Reuwendaal, C.**, 2001, Polymer Extrusion, Hanser Gardner, Munich.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

Sarıca H. ve Erten-Ela S., 2012, Photovoltaic characterizations of nano-CdO based dye sensitized solar cells, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, 14, (9-10), 753-757pp.

Sarıkaya, Y., 2003, Fizikokimya, Gazi Kitabevi, Ankara.

Sarıca, H., 2013, Farklı Morfolojilerde CdO ve ZnO Elektrodların Sentez, Karakterizasyonu ve Organik Boya Esaslı Güneş Pillerinde Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 54s.

Sigma Aldrich, “Ruthenium-Based Dyes For Dye Solar Cells”, <http://www.sigmaaldrich.com/materials-science/organic-electronics/dye-solar-cells.html> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)

Solar Cells, “The History Highlight of Solar Sells”, <http://org.ntnu.no/solarcells/pages/history.php> (Erişim tarihi: 12 Aralık 2014)

Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, “Güneş Enerjisi ve Teknolojileri”, http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx (Erişim tarihi:14 Aralık 2014)

Vegt, A.K., 2002, From Polymers To Plastics, Delft Unersity Press, The Nedherlands.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mesut EKMEKÇİ

Doğum Tarihi: 15.02.1976

Uyruğu : T.C.

Adres : E.Ü. Güneş Enerjisi Enstitüsü

35100 Bornova- İZMİR / TÜRKİYE

Telefon Numarası : 0(536)9792092

E-mail : mesutekmekci2012@gmail.com

EĞİTİM

Orta Öğretim: Ödemiş İmam Hatip Lisesi

Lisans: Gaziantep Üniversitesi Fizik Mühendisliği (İngilizce)

Yüksek Lisans Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü

Yabancı Dil: İngilizce

Bilgisayar: Microsoft Ofis; Excel, Word, PowerPoint, İnternet