

**EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**YENİ BİR YAKLAŞIM OLARAK  
FOTOLÜMİNESANS MALZEMELERİN PEYZAJ  
MİMARLIĞI YAPISAL UYGULAMALARINDA  
KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI**

**Melda KÖSE**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE**

**Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı**

**Sunuş tarihi: 16.02.2018**

**Bornova-İZMİR**

**2018**



Melda KÖSE tarafından Yüksek Lisans tezi olarak sunulan “Yeni Bir Yaklaşım Olarak Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Yapısal Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” 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 16.02.2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavında aday oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunmuştur.

**Jüri Üyeleri:**

**İmza**

**Jüri Başkanı**

**: Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE**



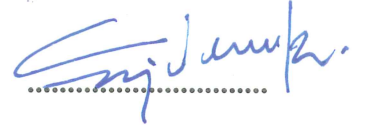
**Raportör Üye**

**: Prof. Dr. Mehmet Bülent ÖZKAN**



**Üye**

**: .Doç. Dr. Çiğdem KILIÇASLAN**





## EGE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

### ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

E.Ü. Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Yeni Bir Yaklaşım Olarak Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Yapısal Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” 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.

16 / 02 / 2018

Melda KÖSE

*M. Köse*



## ÖZET

# YENİ BİR YAKLAŞIM OLARAK FOTOLÜMINESANS MALZEMELERİN PEYZAJ MİMARLIĞI YAPISAL UYGULAMALARINDA KULLANIM OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Köse, Melda

Yüksek Lisans Tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE

Şubat 2018, 126 sayfa

Bu araştırmada, peyzaj mimarlığı yapısal uygulamalarında yeni bir yaklaşım olan fotolüminesans malzemelerin kullanım olanaklarının ortaya konulması amaçlanmıştır.

Araştırma kapsamında konuyla ilgili dünyadan fotolüminesans uygulama örneklerine yönelik bulgular elde edilmiş ve değerlendirilmiş, fotolüminesansın dünyadaki peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma, güvenlik, dekorasyon ve çok amaçlı kullanımlarıyla birlikte diğer sektörler için de kullanımları ortaya konularak toplamda 29 adet fotolüminesans örneği incelenmiştir.

Fotolüminesans madde örnekleri üzerine yapılan incelemeler sonucunda, elektrik enerjisi yerine daha ekonomik ve daha verimli olan güneş enerjisi kullanılarak yapay ışık üreten fotolüminesansın, peyzaj mimarlığı yapısal uygulamalarında hem enerji tasarrufu açısından dış mekan aydınlatması olarak hem de çevresel açıdan birçok yarar sağladığı gözlenmiştir. Bu özelliklerinden dolayı fotolüminesans maddesi kullanımının dünyada her geçen gün artarak devam ettiği ancak Türkiye’de fazla bilinmemesi nedeniyle yeteri kadar kullanılmadığı sonucuna varılmıştır.

**Anahtar sözcükler:** Fotolüminesans, Enerji tasarrufu, Peyzaj Mimarlığı, Yenilenebilir enerji





## ABSTRACT

### RESEARCH ON POSSIBLE USAGE OF PHOTOLUMINESCENCE MATERIALS AS A NEW APPROACH IN STRUCTURAL APPLICATIONS OF LANDSCAPE ARCHITECTURE

KÖSE, Melda

MSc Thesis in Landscape Architecture

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Emine MALKOÇ TRUE

February 2018, 126 pages

In this research, it is aimed to reveal the possibilities of the use of photoluminescence materials as a new approach in structure applications of landscape architecture.

Within the scope of the research, findings related to photoluminescence applications around the world have been obtained and evaluated, findings from 29 photoluminescence material study samples were analysed to reveal their possible uses in lighting, security, decoration and multi-purpose applications, as well as their uses in the other sectors.

As a result of the studies on the photoluminescence material samples, it was found that photoluminescence, which produces artificial light using solar energy, is more economic and more efficient than electric energy and has many advantages for outdoor lighting in terms of energy saving as well as environmental aspects. Given these features, the use of photoluminescence materials continue to increase around the world every day, however it has been concluded that it does not currently have much of a use in Turkey, because it is still not well-known.

**Keywords:** Photoluminescence, Energy saving, Landscape Architecture, Renewable energy.



## TEŞEKKÜR

“Yeni Bir Yaklaşım Olarak Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Yapısal Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması” konulu yüksek lisans çalışmamı mesleki bilgi birikimi, yakın ilgi ve desteğiyle yöneten, tezimin her aşamasında değerli katkılarını hiçbir zaman esirgemeyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Emine MALKOÇ TRUE’ ya, yardım ve desteklerinden dolayı Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü ve Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Tanay BİRİŞÇİ’ ye sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmam süresince her zaman olumlu görüşleri ile beni cesaretlendiren ve değerli yardım ve katkılarıyla bana yol gösteren Müzik Öğretmeni Sayın Dr. Derya SELÇUK KÖSE ve Bilgisayar mühendisi eşi Sayın Dr. Güven KÖSE’ ye, gerekli olan verilerin sağlanmasında bana yardımcı olan Ege Üniversitesi EBİLTEM-Teknoloji Transfer Ofisi Müdür Yardımcısı Sayın Prof. Dr. R. Cengiz AKDENİZ’ e teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi, yüksek lisans çalışmamda da maddi ve manevi her türlü desteğini benden esirgemeyen annem Sayın Mürüvvet KÖSE’ ye, babam Sayın Hasan KÖSE’ ye ve ağabeyim Sayın Mustafa KÖSE’ ye sonsuz teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

Melda KÖSE

Şubat, 2018



**İÇİNDEKİLER**

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET .....	vii
ABSTRACT .....	ix
TEŞEKKÜR .....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xvi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	xixx
1. GİRİŞ .....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE .....	3
2.1. Enerji Kavramı .....	3
2.1.1. Tanımı .....	3
2.1.2. Önemi .....	4
2.1.3. Çevre - enerji ilişkisi .....	5
2.2. Enerji Kaynakları .....	13
2.2.1. Yenilenemeyen enerji kaynakları .....	13
2.2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları .....	15
2.3. Fotolüminesans Kavramı .....	24
2.3.1. Tanımı .....	24
2.3.2. Terminolojisi .....	28

**İÇİNDEKİLER (devam)**

	<b><u>Sayfa</u></b>
2.3.3. Özellikleri ve kullanım alanları .....	32
2.4. Önceki Bilimsel Çalışmalar .....	33
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	39
3.1. Materyal .....	39
3.2. Yöntem.....	42
3.2.1. Konunun tanımlanması .....	42
3.2.2. Veri toplama.....	42
3.2.3. Bulgular ve analiz .....	44
3.2.4. Değerlendirme, sonuç ve öneriler .....	44
4.ARAŞTIRMA BULGULARI .....	46
4.1. Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler .....	46
4.1.1. Aydınlatma amaçlı kullanımı.....	46
4.1.2. Güvenlik amaçlı kullanımı.....	60
4.1.3. Dekorasyon amaçlı kullanımı .....	68
4.1.4. Çok amaçlı olarak kullanımı .....	78
4.2. Fotolüminesans Malzemelerin Diğer Sektör Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler .....	84

**İÇİNDEKİLER (devam)****Sayfa**

4.2.1. Glowing concrete bathroom vanity (parlayan beton banyo lavabosu) .....	84
4.2.2. Photoluminescent glass staircase (fotolüminesans cam merdiven).....	86
4.2.3. Photoluminescent mosaic ‘Opus One’ (fotolüminesans mozaik “Opus One”).....	88
4.2.4. Lacrimae lucis mosaic (Lacrimae Lucis mozaik cam) .....	90
4.2.5. Pavimenti in resina luminescente (lüminesans reçine zeminler).....	92
4.2.6. Glow aggregates in a concrete sink (parlayan agregalı beton lavabo) .....	94
4.2.7. Glow in the dark electric car: Nissan Leaf (karanlıkta parlayan elektrikli araba: Nissan Leaf) .....	96
4.2.8. Photoluminescent lamp: Luke (fotolüminesans gece lambası: Luke) .....	98
4.2.9. Photoluminescent sportswear: Alienskin jacket (fotolüminesans spor giyim: Alienskin ceket) .....	100
4.2.10. Glowing helmet (parlayan kask).....	102
5. DEĞERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİLER.....	104
5.1. Değerlendirme .....	104
5.2. Sonuç ve Öneriler .....	107
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	110
ÖZGEÇMİŞ.....	126

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

<b><u>Sekil</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1. Fotolüminesans pigmentlerin karanlık alanda görünümü .....	27
3.1 Yöntem akış diyagramı .....	45
4.1. Gosford Glow Path .....	47
4.2. Van Gogh Path .....	49
4.3. Starpath .....	51
4.4. Otro .....	53
4.5. Phosphorescent Swimming Pool .....	55
4.6. Without Earth Under Foot .....	57
4.7. Glow in The Dark Cement .....	59
4.8. Lumi Lumi Balls .....	61
4.9. Smart Highway .....	63
4.10. Glow in The Dark Bike Paths .....	65
4.11. Aviapolis Train Station .....	67
4.12. 'Unawareness' Wall Art .....	69
4.13. Glow Table .....	71
4.14. Avatar Garden .....	73



## ŞEKİLLER DİZİNİ (devam)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
4.15. 3D Bench .....	75
4.16. Photoluminescent Sandwich Glass .....	77
4.17. Glow in The Dark – Swimming Pool .....	79
4.18. Glow in The Dark Mosaic Tiles .....	81
4.19. University of Washington Medical Center .....	83
4.20. Glowing Concrete Bathroom Vanity .....	85
4.21. Photoluminescent Glass Staircase .....	87
4.22. Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’ .....	89
4.23. Lacrimae Lucis Mosaic.....	91
4.24. Pavimenti in Resina Luminescente.....	93
4.25. Glow Aggregates in a Concrete Sink.....	95
4.26 Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf.....	97
4.27. Photoluminescent Lamp: Luke .....	99
4.28. Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket .....	101
4.29. Glowing Helmet .....	103



**ÇİZELGELER DİZİNİ**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve kullanım durumu.....	16
2.2. Türkiye'de bölgelere göre güneş enerji ve güneşlenme süreleri .....	22
3.1. Araştırma evrenini oluşturan fotolüminesans malzemenin peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanımına ilişkin örneklerin amaçlarına göre dağılımı.....	40
3.2.. Araştırma evrenini oluşturan fotolüminesans malzemenin diğer sektör uygulamalarında kullanımına ilişkin örnekler .....	41
3.3. Bilgi – gözlem formu örneği.....	43
4.1. Gosford Glow Path Bilgi-Gözlem Formu .....	46
4.2. Van Gogh Path Bilgi - Gözlem Formu .....	48
4.3. Starpath Bilgi-Gözlem Formu .....	50
4.4. Glow in the Dark Skatepark Bilgi - Gözlem Formu.....	52
4.5. Phosphorescent Swimming Pool Bilgi - Gözlem Formu.....	54
4.6. Without Earth Under Foot Bilgi - Gözlem Formu.....	56
4.7. Glow in The Dark Cement Bilgi - Gözlem Formu .....	58
4.8. Lumi Lumi Balls Bilgi – Gözlem Formu .....	60
4.9. Smart Highway Bilgi – Gözlem Formu.....	62

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Cizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.10. Glow in The Dark Bike Paths Bilgi – Gözlem Formu.....	64
4.11. Aviapolis Tren İstasyonu Bilgi – Gözlem Formu.....	66
4.12. ‘Unawareness’ Wall Art Bilgi - Gözlem Formu.....	68
4.13. Glow Table Bilgi - Gözlem Formu.....	70
4.14. Avatar Garden Bilgi - Gözlem Formu.....	72
4.15. 3D Bench Bilgi - Gözlem Formu.....	74
4.16. Photoluminescent Sandwich Glass Bilgi - Gözlem Formu.....	76
4.17. Glow in The Dark – Swimming Pool Bilgi - Gözlem Formu.....	78
4.18. Glow İn The Dark Mosaic Tiles Bilgi - Gözlem Formu.....	80
4.19. University of Washington Medical Center Bilgi - Gözlem Formu.....	82
4.20. Glowing Concrete Bathroom Vanity Bilgi - Gözlem Formu.....	84
4.21. Photoluminescent Glass Staircase Bilgi - Gözlem Formu.....	86
4.22. Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’ Bilgi - Gözlem Formu.....	88
4.23. Lacrimae Lucis Mosaic Bilgi - Gözlem Form.....	90
4.24. Pavimenti in Resina Luminescente Bilgi - Gözlem Formu.....	92
4.25. Glow Aggregates in a Concrete Sink Bilgi - Gözlem Formu.....	94
4.26. Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf Bilgi - Gözlem Formu.....	96

**ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)**

<b><u>Çizelge</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
4.27. Photoluminescent Lamp: Luke Bilgi - Gözlem Formu .....	98
4.28. Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket Bilgi - Gözlem Formu.....	100
4.29. Glowing Helmet Bilgi - Gözlem Formu.....	102





## 1. GİRİŞ

Günümüzde, artan nüfus ve sanayileşmeyle birlikte gereken enerji ihtiyacı ülkemizin kısıtlı kaynaklarıyla karşılanamamaktadır. Bununla birlikte enerji üretimi ve tüketimi arasındaki fark artmaktadır. Bu bağlamda, mevcut enerji kaynaklarından etkili bir biçimde yararlanmak da önem kazanmaktadır. Enerji talebindeki hızlı artışın karşılanabilmesi için, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjinin verimli bir şekilde depolanması ve bu doğrultuda ihtiyacı karşılayacak dönüşümlerin uygun bir biçimde geliştirilmesi gerekmektedir (Kozak ve Kozak, 2012). Mevcut enerji kaynaklarından ve yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanırken çevresel faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi takdirde çevresel tehditlere aldırılmadan yaşamaya devam edilirse kısa süre sonra bir yok oluşa gidilebilir. Bu durumun önüne geçebilmek için çevre dostu üretim yaklaşımları geliştirerek çevresel dengenin korunmasını ve gelecek nesillere daha sağlıklı çevre koşulları bırakılmasını sağlayacak bütüncül planlamalara ve tasarımlara yönelim önem kazanmaktadır. Bu bağlamda, elektrik enerjisi yerine daha ekonomik daha verimli olan güneş enerjisi kullanılarak yapay ışık üreten fotolüminesans malzemelerinin peyzaj mimarlığı yapısal uygulamalarında hem enerji tasarrufu açısından dış mekan aydınlatması olarak hem de çevresel açıdan birçok yarar sağlayarak kullanılması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Yenilenebilir enerji kullanan akıllı sistemler, genel olarak tasarruf sağlamanın yanı sıra karbon ayak izini azalttığı ve gelecek kuşaklara da yeterli enerji kullanımı sağladığı için oldukça önemli olmaktadır. Modern yaşamın gerektirdiği ortam ve şartlar için ileri teknoloji uygulamalarına ve daha nitelikli malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, endüstriyel ürünlerin ekonomik olması ve çevreye zararlı olmamasının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu bağlamda, fotolüminesans malzemeler, birçok sektör bakımından günümüzde büyük bir önem kazanmaktadır. Bunun başlıca nedeni, fotolüminesans malzemelerin katma değerinin yüksek olması, insan sağlığına zarar vermeyen çevre dostu olması ve insan hayatına getirdiği kolaylıklardır. Peyzaj mimarlığı yapısal uygulamaları açısından bakıldığında farklı bir estetik görünüm sağlamakla beraber dış mekan aydınlatmalarının yerini alarak enerji tasarrufuna da yardımcı olacaktır. Gece karanlıkta ışık yayma özelliğine sahip olan bu malzemeler, çocuk oyun alanlarında, yürüme ve bisiklet yollarında ve birçok dış mekanda insanların yönlerini bulmalarına yardımcı olacaktır. Peyzaj tasarımının amacı, değişen yaşam biçimlerini ve kaynak değerlerini korumak, modern çağın gereksinimleriyle birlikte bozulan çevre koşullarına adapte olma yolunda kapsamını geliştirerek yeni

kavramları gündeme taşımak ve benzeri ihtiyaçlara cevap verebilmek için sürekli yeni tasarımlar üretmektir ve bu çalışmanın ortaya çıkış nedenlerinden bazılarıdır.

Bu çalışmanın asıl önemi ise, ülkemizde çok fazla bilinmeyen ve üretimi olmayan fotolüminesans malzemelerin önemini ve tanınabilirliğini arttırarak Türkiye’de üretimine ve birçok farklı sektör için kullanılabilirliğine teşvik edilmesini sağlamaktır.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden yararlanılarak, gündüz güneş ışığını absorbe edip gece ışık üreten fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı yapısal uygulamalarında yenilikçi ve çevreci bir yaklaşım olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma, çevre kalitesini iyileştirmek, enerji tasarrufu ve estetik görünüm sağlamak amacıyla peyzaj mimarlığı uygulamalarında kullanım değerlerini belirlemeye yönelik araştırmaları kapsamaktadır.

Bu araştırma sonucunda, peyzaj aydınlatmaları ve yapısal zemin uygulamaları için ortak enerji verimliliği ve enerji tasarrufu sağlanması, fonksiyonel, her anlamda maliyeti düşük ve kendi kendine yetebilen bir peyzaj oluşturulması ve döşeme malzemeleri için alternatif çözümler üretilmesi hedeflenmiştir.

‘Yeni Bir Yaklaşım Olarak Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Yapısal Uygulamalarında Kullanım Olanaklarının Araştırılması’ konulu bu çalışma beş ana bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın amacını ve gerekliliğini açıklayan ‘Giriş’ bölümünü takiben ‘Kavramsal Çerçeve’ bölümü yer almaktadır. Bu bölümde; enerji kavramına değinilmiş, enerji kaynakları ile fotolüminesans kavramından söz edilmiş ayrıca konuyla ilgili önceki çalışmalara yer verilmiştir. ‘Materyal ve Yöntem’ başlıklı üçüncü bölümde çalışmanın materyali ile izlenen yöntem yer almıştır. ‘Araştırma Bulguları’ bölümünde ise örnek uygulama incelemelerinden elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Son bölüm olan ‘Değerlendirme, Sonuç ve Öneriler’ de ise elde edilen bulgular doğrultusunda amaçsal gruplandırmaya yönelik saptamaları da içeren sonuç ve öneriler bölümüyle çalışma tamamlanmıştır.



## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1. Enerji Kavramı

#### 2.1.1. Tanımı

Enerji en basit şekilde; “bir fiziksel sistemin ne kadar iş yapabileceğini ya da ne kadar ısı değiş tokuşu yapabileceğini belirleyen bir durum fonksiyonu” olarak ifade edilebilir. Enerji konusunda bilinmesi gereken temel kural şudur: “Enerji doğada mevcuttur; yoktan var edilemez ve var olan enerji ise yok edilemez. Ancak bir şekilden diğer şekle dönüşebilir. Bu enerjinin korunumu ilkesi” olarak ifade edilmektedir ve enerjiyi kullanan tüm sistemlerin ana ilkesini de bu oluşturmaktadır (Yıldız, 2006).

Enerji elle tutulamayan gözle görülemeyen, bir anlamda maddesel varlığı olmayan bir güç olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin fizikte en basit tanımı, iş yapabilme gücü olmaktadır. Bununla birlikte geniş anlamda enerji “madde” olarak ifade edilmektedir. Bu bağlamda uzaydaki enerjinin devamlı olarak maddeye, maddenin de tekrar enerjiye dönüştüğü göz önünde bulundurulursa; madde, somutlaşmış bir enerji biçimi olmakta, buna karşılık olarak da kendi başına hareket edememektedir (Göksu, 1999).

Enerji daima bir işlemle, bir hareketle ilgili olmaktadır. Newton fiziğine göre, boşlukta yer kaplayan ve kütlesi olan her şey madde olarak kabul edilmektedir. Doğanın her parçası, madde ve enerji arasındaki ilişkiyi sergilemekte bununla birlikte canlı, cansız olan herhangi bir maddenin bir noktadan başka bir noktaya hareketi ya da fiziksel, kimyasal olarak bir şekilden başka bir şekle dönüşmesi bir “iş”tir ve enerji kullanımını gerektirmektedir. Doğada enerji farklı şekillerde bulunmaktadır. Canlılar için en önemli enerji şekilleri ise; ısı, ışık, mekanik ve kimyasal enerjiler olmaktadır (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003).

Enerji, modern insanın gündelik yaşamını sürdürebilmesi için gerekli olan temel gereksinimlerinin başında gelmektedir. Sanayileşmeden önce enerji ihtiyaçları; doğada bulunan odun, rüzgar, su gibi temel kaynaklardan karşılanmaktayken, buhar makinelerinin keşfi ile kullanılan enerji kaynaklarının tamamen değiştiği görülmektedir (Soylu ve Türkay, 2005).

Enerji, mekanik, fiziksel, kimyasal veya elektriksel görevler gerçekleştirmek suretiyle bir sistemin ya da canlının iş yapma ya da farklı sıcaklıklara sahip iki nesne arasında bir ısı transferine neden olma kapasitesi olarak tanımlanabilir (Yegin, 2011).

### 2.1.2. Önemi

Enerji, kuşkusuz insanoğlunun yaşamını devam ettirmesinde en önemli temel kaynaklardan birisi olmuştur (Dikmen, 2005). İnsan, besin elde etmek, kendi besin düzeyine ulaşan enerjiyi artırmak için ilk çağlardan beri kendi adale gücü dışında diğer enerji kaynaklarını kullanmayı öğrenmiştir. Böylece, kullanabileceği enerji giderek fazlaşmıştır. Buhar makinesinin icadıyla, makineleşme devri başlamış; insan, enerji kaynağı olarak, odun yerine daha yoğun bir enerji kaynağı olan kömür gibi fosil yakıtları kullanmayı keşfetmiştir. Bu keşif insan toplum yapısını çok önemli bir biçimde etkilemiştir. Fosil yakıtların kullanılması insana yalnız besin üretimini denetlemek için değil, tüm çevresini kendi istekleri doğrultusunda denetimi altına alması için gerekli enerjiyi sağlamıştır. Böylece, hem insan sayısı daha büyük bir hızla artmaya devam etmiş; hem de toplumların ekonomik, politik ve sosyal yapıları hızla gelişmiş, ihtisaslaşma en üst düzeylere ulaşmıştır (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003).

18. yüzyılın ikinci yarısında başlayan ve Sanayi Devrimi olarak adlandırılan bilimsel ve teknolojik gelişmeler sonucunda, üretimin artması ve bu süreçte gerçekleşen hızlı makineleşme de enerji ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Dikmen, 2005). İnsan ve toplum hayatının vazgeçilmez bir ihtiyacı olmasının yanında enerji, özellikle toplumsal gelişme ve endüstrileşme için büyük ölçüde talep edilmesiyle birlikte enerji ve kalkınma arasında bir ilişkinin bulunduğu fikrini gündeme getirmiştir. Böylece İkinci Dünya Savaşı'nın bitiminden hemen sonraki yaklaşık olarak 30 yıllık sürede, bir ülkenin kalkınmışlık düzeyi, o ülkede kişi başına düşen, ortalama olarak tüketilen enerji miktarı ile ölçülmüştür (Demir, 2011).

Daha sonraki yıllarda yüksek fiyatlar ile adından söz ettiren “enerji”, ulaşılması güç bir olgu olmuş ve insanlar tarafından enerjinin sınırsız olmadığı gerçeği de anlaşılmıştır. Bu anlayışla birlikte, önceleri ne kadar ve nasıl kullanıldığı dikkate alınmayan enerji kullanımı, konfordan taviz verecek düzeyde kısıntıya gitmeyi gerektirmiştir. Bu enerji kısıntısı, tüm Dünya'yı kısa sürede İkinci Dünya Savaşı günlerine gerilemesine sebep olmuştur. Enerji fiyatlarındaki hızlı artışla birlikte insanlar nasıl basit yapılar yapılabileceğini araştırmaya başlamışlar ve ısı yalıtımı vb. detayların iyileştirilmesine yönelik arayış içinde olmuşlardır. Bunlarla

beraber tüm ısınma alışkanlıkları değişmiş ve daha etkili su ısıtıcılar, sobalar, ocaklar kullanılmıştır. Elde edilen ısıyı korumak için yapılarda iki ve üç camlı kullanımlara da başlanmıştır (DeBord ve Dunbar, 1985). Ayrıca enerji gereksinimi ülkelerin iktisadi ve sosyal kalkınması için önemli girdilerin başında gelmektedir. Nüfus artışı, sanayinin gelişmesi, insanların yaşam konforunun yükselmesi, buna bağlı olarak gelişen teknoloji ve artan üretim hacmi, enerjiye olan ihtiyacı her geçen gün artırmıştır (Kentleşme Şurası, 2009).

Enerji, 21. yüzyılda modern gündelik yaşantımızın sürdürülebilmesi için temel gereksinimlerden biri haline gelmiştir. Artan nüfus ve gelişen sanayiyle birlikte önü alınamayan enerji ihtiyacını ve kullanımını artırmış, aynı zamanda da bir çok çevresel sorunun da temelini oluşturmaya başlamıştır.

2008 yılında Uluslararası Enerji Ajansı; “Düşük maliyetli, sınırsız ve temiz güneş enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesinin uzun vadede çok büyük faydaları olacaktır. Ülkelerin güneş enerjisi teknolojilerini geliştirmesi, tükenmemesi ve ihracat ihtiyacı olmaması, sürdürülebilirliği artırması, çevre kirliliğini azaltması, iklim değişikliğinin etkilerini hafifletmesi ve fosil yakıt fiyatlarını düşürmesi açısından ülkelerin enerji güvencesini yükseltecektir. Bu avantajlar küreseldir. Dolayısıyla erken uygulama için teşvik tedbirleri öğrenim masrafı olarak düşünülmeli, akıllıca tüketilmeli ve paylaşılmalıdır.” açıklamasında bulunmuştur (IEA, 2008).

Dünyada enerji ihtiyacı her yıl yaklaşık % 4–5 oranında artmaktadır. Buna rağmen çok daha hızlı bir şekilde bu ihtiyacı karşılayan fosil-yakıt rezervi ise azalmaktadır. En iyi tahminler bile, en geç 2030 - 2050 yılları arasında petrol, kömür ve doğal gaz rezervlerinin büyük ölçüde tükenip, ihtiyacı karşılayamayacağını belirtmektedir (Yücel, 2016).

### **2.1.3. Çevre - enerji ilişkisi**

Keleş ve Hamamcı (1993), çevre kavramını “İnsanların ve diğer canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde buldukları, fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam” olarak tanımlamıştır. Keleş, söz konusu etkileşimin, insanlar arasındaki iletişimin yanı sıra, insanların kendi dışında kalan tüm canlı ve cansız varlıklarla olan iletişimini ve birbirleri üzerindeki etkileri kapsadığını belirtmektedir. Bu bağlamda enerji ile çevre arasındaki ilişkiyi ve karşılıklı etkileşimi anlamak çok büyük önem arz etmektedir. Toplumların enerjiiyi denetleyebilmesi ve isteği doğrultusunda

kullanabilmesi, olumlu olduğu kadar olumsuz sonuçlar da doğurmuştur. İnsanlar enerjiiyi kullanabildiği ve kontrol edebildiği ölçüde doğaya hakim olmaya çalışmışlardır. Ancak enerjinin doğaya zarar verecek şekilde kullanıldığı her dakika, eko dengenin bozulmasına ve tüm canlıların yaşamının tehlikeye girmesine yön vermiştir. Bu da insanların enerjiiyi kullanmada yaptığı yanlış müdahalelerin doğanın işleyişinde ne kadar önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Güvenç, 2008).

21. yüzyıl toplumlarının gündeminde en çok tartışılan konuların başında, çevreye ve enerji gereksinimine ilişkin sorunlar gelmektedir. Doğal kaynakların kullanımı, bugün büyük oranda enerji elde etmek için olmaktadır. Bunun yanında, mevcut enerji kaynaklarının kıt ve çevreye zararlı olmaları, insanoğlunu yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Çevreye duyarlı, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı ve enerji tüketimini en aza indiren, optimum ölçüde alternatif enerji türlerinden yararlanan ve kendi kendine yetebilen yeni yaşam alanlarının enerji etkin olarak planlanması ile sürdürülebilirliğe katkıda bulunmak mümkün olacaktır (Yegin, 2011).

İnsanların ihtiyaçlarının karşılanmasında ve gelişmenin sağlıklı olarak sürdürülmesinde gerekli olan enerji özellikle sanayi, konut, ulaştırma ve tarım gibi sektörlerde kullanılmaktadır. Ancak enerji; yaşantımızdaki vazgeçilmez yararlarının yanı sıra üretim, çevrim, taşınım ve tüketim esnasında büyük oranda çevre kirlenmesine de yol açmaktadır. Artan enerji üretim ve tüketim miktarları ve buna bağlı olarak salınan sera gazlarının miktarının artması çevre sorunları ve küresel ısınmanın başlıca nedeni olmuştur. Çevreyi tehdit eden en önemli unsurlardan biri enerji olmaktadır (Yegin, 2011).

Doğal dengenin, bir başka deyişle çevre düzeninin bozulmasının tek nedeni, insanoğlu ve onun yaptıklarıdır. Sağlıklı yaşam, yani sağlıklı bir çevre, insanlığın her anında var olmanın olmazsa olmazıdır (Tekin, 2011).

Son yıllarda gelişmişliğin önemli bir göstergesi olan enerji tüketimi, enerjinin üretiminden verimliliğine, iletiminden tüketimine kadar birçok alanda çevreyle de bütünleşmiş durumdadır. Özellikle çevresel kirliliğin etkilerinin farklı şekillerde görünür hale geldiği son yirmi yılda, enerjiyle ilgili atılan adımlarda çevresel faktörlerin de göz önüne alınması gerektiği görülmüştür (Dinçer, 2000). İklim değişikliği, türlerin azalması, ozon tabakasının incilmesi gibi küresel sorunlar enerjinin kullanımıyla yakından ilişkilidir. İnsan etkinlikleri sonucu küresel

ısınmaya yol açan sera gazları; özellikle, enerji elde edinimi için fosil yakıtların yakılması, enerji ilişkili kimyasal süreçler, çimento üretimi vb. sanayi kullanımları, arazi kullanımı değişikliği, katı atık yönetimi ve tarımsal etkinliklerden kaynaklanmaktadır (Yegin ve Bayulu, 2010).

İhtiyaçlarda enerji azaltılması yoluna gidilmesinin diğer bir önemi ise enerji tasarrufu ile otomatik olarak çevreye verilen zararın da azaltılmış olmasıdır. Bunların sonucunda da enerji verimliliği ile ilgili alınacak her önlem, çevreye duyarlılık konusunda en ucuz ve en kolay yol olarak görülmektedir (Şenol, 2016).

Geleneksel enerji üretim ve tüketiminin çevre ve doğal varlıklar üzerinde yerel, bölgesel ve küresel düzeyde olumsuz etkilere neden oluşu, kaynak çeşitliliğine gidişte, seçilen kaynakların en az erişilebilirliği kadar önem taşımaya başlamıştır (Altuntaşoğlu, 2003).

Bu bağlamda günümüzde sürdürülebilir kalkınmanın öneminin artması aynı oranda enerji verimliliğine yönelik çabaların değerini de arttırmaktadır. Bu çerçevede enerji üretimi ve iletiminden nihai tüketime kadarki bütün aşamalarda enerji verimliliğinin geliştirilmesi, bilinçsiz kullanım ve israfın önlenmesi ve enerji yoğunluğunun gerek sektör gerek makro düzeyde azaltılması ulusal enerji politikalarının öncelikli ve önemli bileşenlerinden olmaktadır (Bahadır, 2016).

Enerji verimliliği konusunda yeterli uygulamalar geliştirilmediği ve enerji tasarrufu sağlanmadığı ülkelerde, ekonomi ve çevre sorunlarının yoğun olarak yaşanacağı belirtilmektedir (Bahadır, 2016).

Enerji sorunlarının, ekonomik ve çevresel açıdan olduğu kadar, bütüncül, küresel, sosyal ve kurumsal açılardan da ele alınması gerekmektedir. İnsanların enerjinin kendisiyle değil, enerjiden sağlanan ısınma, soğutma, pişirme, aydınlatma ve elektrikli aletlerin kullanımı gibi hizmetlerle ilgilenmesinden dolayı, tüm dikkatin bu hizmetlerin gelecekte nasıl daha etkili ve verimli sağlanabileceği konusuna çevrilmesi gerektiğini göstermektedir (Dünya Enerji Komisyonu; 1996).

Enerji verimliliği; enerjinin üretilmesi, ulaştırılması ve kullanılması yönündeki tüm süreçleri içermektedir. Bu sebeple maliyeti daha az enerji kullanarak daha fazla kaynağı, enerji üretiminde kullanma çalışmaları sürdürülmesi ve aynı enerji miktarıyla daha fazla iş yapılması konusunda önlemler geliştirilmesi

gerekmektedir. Bunun için, enerji kayıplarını önlemeye yönelik yapılan çalışmalar arasında, teknolojik santraller, elektrik üretimi, dağıtımı ve iletimi konusunda kayıpların azaltılıp performansın artırılması çalışmaları bulunmaktadır (Şenol, 2016).

Gelişmiş ülkelerde enerji verimliliği konusunda yapılan çalışmalar kapsamında, verimli enerji elde etmek için teknolojiler geliştirilmiş ve yaygınlaştırılması için büyük bütçeler ayrılmıştır. Ülkemizin enerji verimliliği konusunda dünya ortalamasının altında kalması, bu konudaki çalışmaların artarak sürdürülmesi gereğini ortaya çıkarmaktadır (Şenol, 2016).

Türkiye'nin yüksek seviyede kullanılabilir, yerli, yenilenebilir "Temiz Enerji" potansiyeli vardır. Bu potansiyel enerjinin doğru kullanımı ve değerlendirilmesi ile havayı kirleten, emisyon üreten enerji türlerinin kullanımı sona ererek enerjide dışa bağımlılık azalacaktır (Kentleşme Şurası, 2009).

Dünyada hızla artan çevre kirliliği ve yakın gelecekte tükenen fosil enerji kaynakları, sık sık ortaya çıkmaya başlayan enerji krizleri yeni enerji arayışlarını da beraberinde getirmektedir. Fosil ve nükleer enerjilere alternatif olan doğal enerji kaynakları konusunda araştırmalar sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kavramlarını da gündeme getirmiştir. Yaşamın sürdürülebilirliği için kaynakların sürdürülebilir olmasının yanı sıra, ekolojik denge için de kaynakların yenilenebilir olması gerekmektedir (Kentleşme Şurası, 2009).

Enerji verimliliği; enerjide arz güvenliliğinin sağlanması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan risklerin azaltılması, enerji maliyetlerinin sürdürülebilir kılınması, iklim değişikliği ile mücadelenin etkinliğinin artırılması ve çevrenin korunması gibi ulusal stratejik hedefleri tamamlayan anlamına gelmektedir. Enerji tasarrufu ise, enerji ve enerji kaynaklarının verimli olarak değerlendirilmesi amacıyla kullanıcılar tarafından alınan tedbirler sonucunda belirli bir miktardaki üretimi ve hizmeti gerçekleştirmek için her aşamada harcanan enerji miktarının sağlanmasıdır (Bahadır, 2016).

Vejetasyon, güneş, rüzgâr ve toprak gibi pek çok çevresel faktör bir çok alanda enerji verimliliğini etkileyen faktörlerdir. Ayrıca her peyzaj tipi için de vejetasyon temel tasarım elemanıdır (Öztürk Sarı, 2013).

Çevreye ve topluma getirmiş olduğu iyileştirmelerin yanında peyzaj tasarımları, enerji kazanımı için yapılan harcamaları azaltma açısından da uzun vadede yapılabilecek en iyi yatırım olarak da görülmektedir (Öztürk Sarı, 2013).

Tüm bunlara ek olarak, doğru tasarlanmış bir peyzajı test etmek adına 2005 yılında ortaya koyulmuş “Sürdürülebilir Alan Girişimi” başlatılmıştır. Bu girişimde sürdürülebilirlik; “Tasarım, konstrüksiyon, işletmeler ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarından ödün vermeden mevcut ihtiyaçların karşılanmasını sağlayan bakım uygulamaları” olarak ifade edilmiştir (ASLA, 2009). Sürdürülebilir alan gelişimi ve yönetimi içinde bulunan performans kriterleri, alanın sürdürülebilirliğini korumak ya da restore etmek adına tasarlanmıştır. Nedeni ise, insanlar ve diğer canlılar yararına ürünleri ve servisleri ancak sağlıklı ekosistemlerin oluşturabilecek olmasıdır (Daily, 1997). Bunlarla birlikte bir alanın potansiyel bileşenleri de göz önüne alınarak yenilenebilir peyzajlar oluşturulmalıdır (ASLA, 2009).

Ekonomik ve sosyal kalkınmayı destekleyecek şekilde enerjinin güvenilir, kesintisiz ve yeterli bir biçimde kullanılması, enerji teminine yönelik tüm süreçlerde verimliliğin artırılması ve ekolojik denge ile çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi günümüzde bir ülkenin refah düzeyi göstergelerinin en başında yer almaktadır (Erçen, 2001).

Artan enerji talebine cevap vermede mevcut kaynakların yetersiz kalması sonucunda alternatif enerji kaynaklarını araştırma ve geliştirme çalışmaları hız kazanmaktadır. Geleneksel yöntemlerle yapılan fosil yakıt tabanlı enerji üretimi ve üretilen enerjinin tüketimi, doğada onarılması zor ve imkansız geniş ölçekli zararlara yol açmaktadır (Alçı ve Çarkıt, 2017).

Çevrenin ve doğal varlıkların korunması, çevre kirliliğinin engellenmesi ve iklim değişikliği ile mücadele için, en küçük yaşam alanlarından en büyük yaşam alanlarına kadar farklı büyüklükteki ve nitelikteki alanları birbiri içine alan mekana ait mekansal stratejilerin, çevre duyarlı ve yenilenebilir enerji kullanımını içerecek biçimde tanımlanması ve belirlenmesi gerekmektedir (Yegin, 2011). Fakat yaşantımızdaki olmazsa olmaz faydalarının yanında enerji; üretim, çevrim, taşınım ve tüketim sırasında büyük oranda çevre kirlenmesine de sebep olmaktadır. Artan enerji üretim ve tüketim miktarları ve buna bağlı olarak salınan sera gazlarının miktarının artması çevre sorunları ve küresel ısınmanın başlıca nedeni olmuştur. Bu yüzden çevreyi tehdit eden en önemli unsurlardan biri enerji olmaktadır (Yegin, 2011). Bu durumla birlikte bütün bireylere sorumluluklar ve görevler düşmektedir.

Bu sorumluluğun ve görevin gereği olarak ulusal ve uluslararası yasal düzenlemelerin yapılması, enerji üretim teknolojilerinde ve bu teknolojilere kaynak seçiminde çevresel faktörlerin öncelikli olarak dikkate alınması, enerji kullanımında verimliliğe azami titizliğin gösterilmesi gibi konular giderek ağırlık ve önem kazanmaktadır. Bundan dolayı, iklim değişikliğine ve çevre kirliliğine neden olan fosil yakıt tabanlı enerji üretim sistemleri ve alışlagelmiş üretim teknolojileri yerine, çevresel bakımdan sakıncaları daha az olan, yenilenebilirlik ve devamlılık özelliği olan enerji kaynaklarını teşhis etmek, yeni teknolojiler geliştirmek kaçınılmaz olarak zorunlu hale gelmektedir. Fosil kaynak rezervlerinin sınırlı olması, yerine yenisi getirilemeyecek bir enerji kaynağı olması, bu kaynakların arz ve talep yöntemlerinden kaynaklanan çevre kirliliğine sahip olması gibi olumsuz etkileri; yenilenebilir, sınırsız, çevre dostu teknolojilerin ve kaynakların araştırılmasını, geliştirilmesini gerekli ve zorunlu hale getirmektedir. Güneş ve rüzgar enerjisinin de içerisinde olduğu yenilenebilir enerji kaynakları bu etkenlerden dolayı önem kazanmaktadır (World Energy Council Turkish National Committee, 2009).

Ayrıca bugünkü enerji kullanım oranları devam ettikçe, petrol rezervleri önümüzdeki yüzyıl içerisinde tükenme tehlikesine girecektir. Bu da, rezervler tamamen tükenmeden uzun zaman önce, fosil yakıtların fiyatlarının, büyük olasılıkla, sadece bazı kesimlerin satın alabileceği seviyelere yükselmesi anlamına gelmektedir. Bu nedenden dolayı dünya ülkeleri ve kendi ülkemiz enerji ve çevre konusunda eylem planları ve politikalar geliştirmekte ve uygulamaya koymaktadır (Yegin, 2011).

Enerji kaynaklarının sınırlı olmasına karşın, hızla artan nüfus, endüstrinin gelişmesi ve yaşam standartlarının yükselmesi enerji tüketiminde artışa sebep olmuş ve yeni sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlar birçok ülkenin gündeminde yer edinmiş ve çözüm olarak yeni yatırımlar ve eğilimler gösterilerek enerji üretim politikaları değişimine gidilmiştir. Özellikle gelişmiş ülkeler gelecek planları için yenilenebilir enerji kaynaklarına dönerlerken, gelişmekte olan ülkeler ise ekonomik sıkıntılar sebebiyle eski teknolojileri devam ettirmek zorunda olabilmektedirler. Türkiye’de ise enerji konusundaki çalışmalar ilgiyle takip edilse bile, yeterli düzeyde Ar-Ge çalışması ve hukuksal düzenleme yapılmamakta ve enerjiyle ilgili istenilen ve beklenen adımlar atılamamaktadır (Bozkurt, 2008).



Günümüzde, enerjinin doğru bir şekilde harcanmaması, insanlığın öncelikli sorunlarının başında gelmektedir. Enerjide sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla çeşitli yaklaşımlar sunulmak zorundadır. Bu yaklaşımların şu şekilde olabileceği düşünülebilir;

1. Enerjinin en verimli şekilde kullanımını sağlamak,
2. Kıt kaynakların, gelecek kuşakların ihtiyacı açısından tasarruf edilmesi amacıyla enerji talebini azaltan ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını sağlayan faaliyetlerini desteklemek ve yönlendirmek,
3. Enerji kaynaklarının tasarrufu ve kirlilik yaratmayan enerji kaynaklarının geliştirilmesi ile ilgili araştırma ve uygulama faaliyetlerinde bulunmak,
4. Enerji üretim merkezlerinin olumsuz çevresel etkilerini önleyen çalışmaları desteklemek (Bayram ve Bayar, 2000).

Ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel taşlarından birisi olan enerji, üretim işletmelerinde kullanılması zorunlu bir ihtiyaç ve toplumların refah düzeylerinin yükseltilmesi için gerekli bir hizmet aracı olmaktadır. Bu yüzden enerjinin; yeterli, güvenilir, zamanında ve düşük maliyetle sağlanması önem arz etmektedir. Geleneksel enerji kaynaklarının tükenme durumunda olduğu, buna bağlı olarak enerji fiyatlarının artış göstermesi ve enerji kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarının arttığı bir zamanda enerji planlaması, özellikle enerji kaynakları bakımından fakir ve dış kaynaklara bağımlı ülkeler için yararlı ve zorunlu bir araç olmaktadır (Türk Sanayicileri ve İşadamları Derneği, 1994).

Çevre sistemin sürdürülebilirliğini koruyan, yenilenebilir kaynaklardan elde edilen, zehirli olmayan, üretim ve kullanım aşamalarında düşük miktarda enerji tüketen, dayanıklı, yeniden kullanılabilen, bakım ve onarım kolaylığı sağlayan, uzun ömürlü, geri dönüştürülebilir, ömrü tamamlandıktan sonra çevre sisteme yeniden girebilen, çevre ve insan sağlığına zarar vermeyen ürünler çevre dostu olarak nitelendirilmektedir (Dilaver, 2005).

Tüketicilerin çevre dostu ürünlere yönelimi ve çevreci yaklaşım konusunda hassas düşüncelerinin artması ile işletmeler çevresel sorunlar karşısında önemli değişimler ortaya koymaya başlamıştır. Üretim yapılan alanlarda doğal kaynakların korunması, atıkların yönetimi, çevre dostu teknoloji ve ürün üretimi sistemlerinin

oluşması sağlanmaktadır. Kullanıcıların çevreye zararlı etkileri olan yapı ürünleri konusunda bilinçli davranması ürün seçim kararlarını etkilemekte ve bu tür ürün üretimi azalmakta ve böylece çevreye olumsuz etkileri bulunmayan ve çevreyi koruyan ürünlerin üretimi yaygınlaşmaktadır (Dilaver, 2005).



## 2.2. Enerji Kaynakları

Enerji kaynakları; herhangi bir yolla enerji sağlayan kaynaklardır. Aslında enerji kaynakları *Enerjinin Korunumu Kanunu*'nun bir sonucu olarak; doğada var olan enerjinin şekil değiştirerek depolanmış halidir (Zolnoun, 2013).

Enerji tabiatta çok çeşitli şekillerde (mekanik, termik, kimyasal, elektrik, ışık, atom enerjileri vb.) bulunmaktadır (Mutlu, 2011). İnsanoğlunun kullanabileceği enerji kaynakları, çevreye etkileri ve tükenebilirlikleri açısından 2 sınıfta toplanabilir. Bunlar: yenilenemeyen enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynakları; milyonlarca yıl öncesinden depolanan güneş enerjisi olan fosil yakıtlar, petrol, doğalgaz, kömür, turba, petrolü kayalar ve nükleer enerji gibi sınırlı rezervleri olan kaynaklardır. (Köse ve Özgören, 2015). Yenilenebilir enerji kaynakları ise güneş enerjisi ve türevleri olan rüzgar enerjisi, biyokütle enerjisi, hidroelektrik enerjisi, hidrojen enerjisi, jeotermal enerji ve deniz enerjilerinden oluşmaktadır (Habitat Derneği, 2017).

Araştırmacıların öncelikli amacı, enerjinin elde edildiği kaynaklara ilişkin çalışmalar yaparak insan ihtiyaçlarını sorun oluşturmayacak şekilde sağlamak olmalıdır. Nüfusa paralel olarak artan enerji ihtiyacının, güvenli olması ve çevre açısından sağlam kaynaklardan sağlanması, tükenen kaynaklar ve hassas ekolojik denge açısından büyük önem kazanmaktadır (Akalin, 1990).

Günümüzde fosil yakıt rezervlerinin kullanım oranı % 95'in üzerinde olup, 50 yıl gibi kısa bir süre sonra tükeneceği varsayılmaktadır (Acaroğlu, 2003). Bu bağlamda bütün enerji kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılması büyük önem taşımaktadır. Enerjinin sürdürülebilir bir kalkınma için sürekli, ucuz ve güvenli olarak sağlanması konuya bir bütün olarak bakılmasını, alternatif kaynakların ve gerçek maliyetlerin yeniden gözden geçirilmesini gerekli kılmaktadır (Akalin, 1990).

### 2.2.1. Yenilenemeyen enerji kaynakları

Yenilenemeyen nitelikteki enerji kaynakları, sanayi devriminden sonra kullanımı artan fosil yakıtlardır. Fosil kökenli olan bu yakıtlar; kömür, petrol ve doğalgaz olup geleneksel enerji üretim hammaddeleridir (Gibilisco, 2007). Fosil yakıtların kullanımının dezavantajları, avantajlarına göre daha fazladır (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003). Bu yakıtlar daha kaynaktan çıkarılırken çevreyi kirletmekte, sonraki kullanım aşamalarında da sürekli bir risk oluşturmaktadır (Zolnoun, 2013).

Enerji kaynaklarının kullanımına bağlı ortaya çıkan evre sorunları dünya ülkeleri açısından önemli problemler oluşturmaktadır. Bugün enerji sektörünün kaynağını oluşturan fosil yakıtların meydana getirdiği gazların (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> N<sub>2</sub>O ve O<sub>3</sub> gibi...) (Akbulut, 2008) iklim değişikliklerinin, doğal afetlerin ve küresel ısı artışının temelini oluşturarak buzulların erimesine, deniz seviyesinin artmasına, büyük kara parçalarının sular altında kalmasına neden olacağı öngörülmektedir (Kaymak, 2009).

evre kirliliğine neden olan bir diğer enerji kaynağı da nükleer enerjidir. 20.yüzyılda hem kendine en çok umut bağlanan, hem de en çok tartışılan enerji türü özelliğini taşımaktadır. Kaza riskinin yüksek olması, radyoaktif atıkların saklanması ve yok edilmesinin güçlükler doğurması, nükleer enerji karşıtlığını getirmiştir (Doğan, 2011). Fosil yakıtların evre ve insan sağlığı açısından yarattığı olumsuzluklar her geçen gün katlanarak artmaktadır (Doğan, 2011).

Yenilenemeyen kaynaklar, hem insan sağlığına ve çevreye olan zararlı etkileri, hem tükenebilir nitelikte olmaları, hem de yurt dışından ithal edildikleri için ülke ekonomisine verdikleri zarar nedeniyle ilk sırada tercih edilmemesi gereken kaynaklardır (Güvenç, 2008).

İnsanoğlu, evreye ve ekonomiye olan zararlarını dikkate alarak fosil yakıt rezervlerinin bitmesini beklemeden temiz enerji kaynaklarına yönelmelidir (Güvenç, 2008). Ekosistemin faaliyetlerinin sürekliliği açısından kullanılan enerjinin temiz ve yenilenebilir olması gerektiği görülmektedir.

## 2.2.2. Yenilenebilir enerji kaynakları

Yenilenebilir nitelikteki kaynaklar, belli sınırlar içinde kendi kendini yenileyebilen veya tüketilmesi mümkün olmayan doğal kaynaklardır. (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003). Bu tür kaynaklar, doğanın dengesi bozulmadığı takdirde, kendi kendilerini yenileme yeteneğine sahiptirler (Mutlu, 2011).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının “temiz enerji” olarak adlandırılmasının nedeni olarak karbon emisyonlarının, yenilenemeyen (dönüşümsüz) enerji kaynaklarına kıyasla yok denilecek kadar az olmasıdır (Akkaya vd., 2002).

Ekoloji ve çevre açısından yenilenebilir nitelikteki enerji kaynaklarının avantajları, hem uzun vadede kullanılabilmeleri, hem de doğayı nispeten az etkilemeleridir (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003). Bütün bu avantajlarına ek olarak, tükenmeyen özelliği ile yeni kuşaklara daha yaşanılabilir bir ülke bırakma gayesinde olan toplumumuza yapılacak bu yatırımlar ileriye dönük iyileştirmeler olarak görülmektedir (Bozkurt, 2008).

Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenebilir oluşları, en az düzeyde çevresel etki yaratmaları, işletme ve bakım masraflarının az olması ve ulusal nitelikleri ile güvenilir enerji sağlama özellikleri ile dünya ve ülkemiz için önemli bir yere sahiptir (Külekçi, 2009).

Kitleler, çevre sorunu ve küresel ısınma hakkında bilinçlendikçe, fosil olmayan enerji kaynaklarına talep artmakta; yeni ve yenilenebilir kaynaklara, yeni enerji teknolojilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Mutlu, 2011). Yapılan çalışmalar ve hesaplamalar, sahip olduğumuz temiz enerji kaynaklarının tüm enerji ihtiyacımızın yüzlerce defa fazlasını sağlayabileceğini göstermektedir (Çizelge 2.1.) (Görez ve Alkan, 2017).

Gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarına verilecek önemle, temiz enerjinin enerji üretimine katkısı arttırılmalıdır (Güvenç, 2008). Sonuç olarak hem dünyada hem de Türkiye’de nüfus artışına, sanayileşmeye ve teknolojik gelişmelere paralel olarak enerji tüketiminin hızla artması ancak diğer yandan fosil yakıt rezervlerinin azalması ve çevre kirliliğinin artması sebebiyle alternatif enerji kaynakları konusunda yapılan araştırmalar, “yenilenebilir enerji kaynakları” kullanımının önemini gözler önüne sermiştir (TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 2016).

Çizelge 2.1. Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli ve kullanım durumu (Görez ve Alkan, 2017).

Yenilenebilir Enerji Kaynağı	Mevcut Brüt Potansiyel (GW h/yıl)	Teknik Yönden Değerlendirilebilen Potansiyel (GW h/yıl)	Ekonomik Yönden Değerlendirilebilen Potansiyel (GW h/yıl)	Kullanılan Potansiyel (GW h/yıl)	Kullanım (%)
<b>Hidrolik</b>	430 – 450	215	100 - 130	35 330	30
<b>Güneş</b>	365	182*	91**	4,07	4,5
<b>Biogaz</b>	1,58	0,79*	0,4**	0,067	16,8
<b>Rüzgar</b>	400	124	98	61	62
<b>Jeotermal</b>	16	8*	4**	0,89	22,5

\* Brüt potansiyelin % 50'si alınmıştır.

\*\* Teknik yönden değerlendirilebilen potansiyelin % 50'si alınmıştır.

Tüm dünya yenilenebilir enerji kaynakları üzerine eğilmeye başlamıştır. Özellikle İsveç ve Danimarka gibi birkaç ülke, güneş ve rüzgar enerjisi için büyük araştırma-geliştirme yatırımları yaparak, 21. yüzyılın enerji politikasına ön ayak olmaktadır (Berkes ve Kışlalıoğlu, 2003). Ayrıca 2011 yılında Fukuşima Nükleer Santrali'nde yaşanan felaketin ardından Alman hükümeti de ülkedeki tüm nükleer santrallerini 2022 yılına kadar kapatma ve temiz enerjilere yatırım yapma kararı almıştır (Görez ve Alkan, 2017).

Peyzaj mimarlığı uygulamalarında çevrenin estetik açıdan ve nitelikli olarak planlanması ve tasarlanmasının dışında mekanın çevre kalitesini artırarak sürekliliğinin sağlanmasına özen gösterilmektedir. Bunu sağlamanın en önemli yollarından biri özellikle ülkemizde var olan potansiyeli yüksek yenilenebilir enerji kaynakları çeşitlerini (jeotermal, hidrolik, biokütle, rüzgar ve güneş enerjisi) kullanarak yapılacak olan peyzaj düzenleme çalışmalarıdır. Böylece gelecekte de bu peyzajların daha fazla değer göreceği açıktır.

### **2.2.2.1. Jeotermal enerji**

Jeotermal (jeo-yer, termal - ısı anlamına gelir) yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısının oluşturduğu, kimyasallar içeren sıcak su, buhar ve gazlardır (Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2010). Jeotermal enerji de bu jeotermal kaynaklardan ve bunların oluşturduğu enerjiden doğrudan veya dolaylı yollardan faydalanmayı kapsamaktadır (Yegin; 2011).

Jeotermal enerji, yer kabuğunun derinliklerinden gelen ısının doğal olarak yeraltındaki sulara aktarılması ve ısınan suyun yeryüzüne ulaşması sonucu ortaya çıkan ve sıcaklığı sürekli 20 °C' den fazla olan çevresindeki normal yeraltı ve yerüstü sularına oranla daha fazla erimiş mineraller, tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su ve buhardan oluşan temiz bir enerji türüdür (Mutlu, 2011).

Jeotermal enerji santrallerinde üretilen enerjinin birim maliyetinin diğer santrallere göre çok düşük olması ve daha az çevre sorununa yol açması nedeniyle avantajlı, yenilenebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Jeotermal enerji, yer kabuğunun erişilebilir derinliklerinde olağan dışı olarak birikmiş olan ısının, yeryüzüne direkt ısı, sıcak su, buhar olarak çıkması sonucu veya sondajlarla bunlara ulaşılmasıyla elde edilmektedir (Bozkurt, 2008).

En eski çağlardan bu yana kullanılan kaplıcalar jeotermal ilk kullanım alanlarıdır. Jeotermal enerjiden, kaynağın sıcaklığına bağlı olarak ısıtma uygulamalarında kullanılabilir ya da elektrik üretiminde yararlanır. Jeotermal enerji; kaynağın, dünya enerji tüketimine kıyasla çok büyük olması nedeniyle ve kullanılan sıcak suyun enjeksiyon ile tekrar yer altına verilmesi koşuluyla yenilenebilir enerjiler arasında sayılır (Turkcewiki, 2017).

Günümüzde jeotermal enerjiden elektrik üretimi, konutların ısıtılması ve soğutulması, seraların, kümes ve ahırların ısıtılması, endüstriyel ve tarımsal kurutma, kaplıca turizmi gibi alanlarda yararlanmak mümkündür (Yegin, 2011).

Jeotermal enerji potansiyeli açısından ülkemiz dünyanın zengin ülkeleri arasındadır. Ege Bölgesi'nin jeotermal enerji potansiyeli Türkiye'de birinci sırada yer almakta ve jeotermal enerji ısıtmada ve elektrik üretiminde kullanılmaktadır. Ancak ülkemizdeki yüksek potansiyele rağmen üretilen enerji kısıtlıdır (Tuğyan Muhtaroglu, 2012).

### **2.2.2.2. Hidrolik enerji**

Suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi ile sağlanan bir enerjidir (Akkaya vd., 2002). Sudan üretilen enerji olarak da ifade edilebilir. Hidroelektrik enerji hızla akan suyun enerjisiyle döndürülen elektrik jeneratörlerinden elde edilen elektriktir (Tuğyan Muhtaroglu, 2012).

Suyun yerçekimine bağlı potansiyel enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürüldüğü elektrik santraline de, hidroelektrik santrali adı verilmektedir (Bozkurt, 2008).

Su kaynaklarının çok amaçlı ve daha geniş kapsamlı kullanımına olanak sağlayan hidroelektrik enerji ucuz, verimli ve gelişmiş bir teknoloji olma özelliğini taşımaktadır. Tipik olarak, hidroelektrik enerji işletme ve bakım maliyeti, bütün elektrik enerjisi üretim teknolojileri arasında en az olanıdır. Termik ve nükleer santraller gibi CO<sub>2</sub> emisyonları, kül ve radyoaktif atıklara neden olmayan önemli bir alternatif enerji kaynağıdır (International Hydropower Association, 2016). Ancak bunların yanında nehirlerdeki ve akarsulardaki suyun uzun tünellerle metrelerce uzağa taşınarak akış yollarının değiştirilmesi ve yüzey sularının doğal akışının kesilmesi daha sonra da santralde kullanıldıktan sonra bırakılan suyun o bölgedeki canlı türleri ve ekosistem için yeterli su miktarı olarak ayarlanamaması ekolojik denge üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Ayrıca yatırım maliyetlerinin fazla olması, toplam inşaat süresinin uzun olması, tarıma elverişli arazilerin, yerleşim yerlerinin veya tarihi öneme haiz bölgelerin su altında kalması ve yağışlara bağlı olarak olumsuz etkilenmesi, hidrolik enerjinin dezavantajları arasında sayılabilmektedir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006).

### **2.2.2.3. Biyokütle enerjisi**

Biyokütle bir türe veya çeşitli türlerden oluşan bir topluma ait yaşayan organizmaların ve güneş enerjisini fotosentez yardımıyla depolayan bitkisel organizmaların, belirli bir zamanda sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanabilir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2016).

“Biyokütle biyolojik kökenli fosil olmayan organik madde kütesidir. Ana bileşenleri; karbon-hidrat bileşikleri olan bitkisel veya hayvansal kökenli tüm doğal maddeler biyokütle enerji kaynağı, bu kaynaklardan elde edilen enerji ise biyokütle



enerjisi olarak tanımlanır. Biyokütle, 100 yıllık periyottan daha kısa sürede yenilenebilen, karada ve suda yetişen bitkiler, hayvan artıkları, besin endüstrisi ve orman ürünleri ile kentsel atıkları içeren tüm organik maddeler olarak da tanımlanmaktadır” (Taşyürek ve Acaroğlu, 2007).

Biyokütle enerjisi ise biyokütlelerin yakılmasıyla elde edilmekte ve biyokütle enerjisinin özellikle kırsal alanlarda yaygın kullanımı olduğu görülmektedir (Tuğyan Muhtaroglu, 2012). Genel olarak çevreye uyumlu bir enerji kaynağı olan biyokütle enerjisi, kullanılan biyokütle türüne göre bazı çevresel etkiler gösterebilmektedir (Devlet Planlama Teşkilatı, 2001).

#### **2.2.2.4. Rüzgar enerjisi**

Güneşin, yer yüzeyini ve atmosferi homojen ısıtmamasının bir sonucu olarak ortaya çıkan sıcaklık ve basınç farkından dolayı hava akımı oluşur. Bir hava kütlesi mevcut durumundan daha fazla ısınırsa atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlelerinin yükselmesiyle boşalan yere, aynı hacimdeki soğuk hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirmelerine rüzgar adı verilmektedir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2017).

Rüzgâr enerjisi, güneş radyasyonunun yer yüzeylerini farklı ısıtmasından kaynaklanır (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016). Güneşin dünyaya gönderdiği enerjinin % 1-2 gibi küçük bir miktarı güneş enerjisinin dolaylı bir şekli olan rüzgar enerjisine dönüşmektedir (Bozkurt, 2008). Ancak küçük gibi görünen bu miktar aslında dünya enerji tüketimi toplamının yüzlerce katı kadar olup rüzgar enerjisinin önemini gözler önüne sermektedir. Ancak belirli bir rüzgar hızı aralığında rüzgar çevirme araçlarıyla bu enerjiden faydalanılabilmektedir (Hocaoğlu ve Kurban, 2005).

Rüzgar enerjisinden en fazla yararlanan rüzgar türbinleri, rüzgar enerji santrallerinin ana yapı elemanı olup hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikle mekanik enerjiye ve sonrasında elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2017).

Rüzgar türbinleri son 20 yıl içinde dünyada çok önemli bir enerji üretim aracı olarak kabul edilmiş ve çalışmalar hızlandırılmıştır (Güvenç, 2008). Rüzgar santralleri; yüksek teknolojiyle çalışan santrallerdir. Kanatlar, rüzgarın enerjisini içine alarak, bu enerjiyi önce mekanik rotasyon enerjisine, daha sonra da bir jeneratör üzerinden elektriğe dönüştürmektedir (Sakar, 2017).

Dünyada 1990 yılında 2160MW olan rüzgar santrali kurulu gücü, 1998 yılı sonu itibarı ile 9839MW değerleri civarında olduğu belirtilmiş ve bu rakamlardan da çıkarılabileceği gibi rüzgar enerjisi, günümüzde kullanımını hızla artan ve teknolojisi hızla gelişen bir enerji sistemi olmuştur (Bozkurt, 2008). Ayrıca rüzgar güç potansiyelinin belirlenmesi de rüzgar enerjisinden yararlanmak için yapılması gereken ilk adım olmaktadır (Hocaoğlu ve Kurban, 2005).

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası (REPA)'nda, yer seviyesinden 50 metre yükseklikteki rüzgâr potansiyelleri incelendiğinde Ege, Marmara ve Doğu Akdeniz bölgelerinin yüksek potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Altuntaşoğlu, 2011). Özellikle Çeşme ve Bozcaada, rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından çok verimlidirler. Türkiye, İrlanda ve İngiltere'den sonra üçüncü büyük rüzgar potansiyeline sahip olan ülkedir (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu, 2013).

TÜREB (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği)'in verilerine göre 2015 yılı Temmuz ayı itibarıyla işletmede olan 100 adet rüzgâr santrali ile kurulu rüzgar gücü 4.192 MW'ye ulaşmıştır (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, 2016).

Rüzgar enerjisinin avantajları arasında; temiz, atmosferde bol, güvenilir ve sürekli bir kaynak olması, dışa bağımlı olmaması ve gelişen teknoloji ile birlikte enerji birim maliyetlerinin düşmesi sayılabilir. Geniş alanların ve sürekli rüzgar alan bölgelerin gerekmesi, büyük arazi kullanımı, kesikli bir enerji kaynağı olması, gürültü, görsel ve estetik etkiler, doğal hayat ve habitata etki, elektromanyetik alan etkisi, gölge ve titreşimler ise rüzgar türbinlerinin dezavantajları olarak sıralanabilir (Şenpınar ve Gençoğlu, 2006).

#### **2.2.2.5. Güneş enerjisi**

Güneş dünyadaki tüm canlılara hayat veren ana enerji kaynağı konumundadır. Kendisi, başlı başına bir enerji kaynağı olmasının dışında, diğer birçok enerji kaynağının da temelini oluşturmaktadır. Rüzgar, dalga gücü ve hidroelektrik gibi bir çok yenilenebilir enerji kaynağı da güneş esaslıdır (Oktik vd., 2005). Fosil yakıtların da, biyokütle niteliğindeki materyallerde birikmiş güneş enerjisi olduğu kabul edilmektedir. Doğal enerji kaynaklarının pek çoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, ısıtma ve elektrik elde etme gibi amaçlarla doğrudan yararlanılmaktadır (Varınca ve Gönüllü, 2006).

Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m<sup>2</sup> değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı 0-1100 W/m<sup>2</sup> değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır (Altın, 2006).

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'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır. Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, % 30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Güneşten gelen ışınımının % 20'si atmosfer ve bulutlarda tutulur. Geri kalan % 50'lik kısım atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşmaktadır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselmekte ve yeryüzünde yaşam mümkün olmaktadır. Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Yer yüzeyine gelen güneş ışınımının % 1'den azı da bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılmaktadır. Bütün enerji çeşitleri doğrudan ya da dolaylı olarak güneşten meydana gelmiştir (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2015).

Yeryüzünün her yeri aynı miktarda güneş almaz. Dünyaya güneşten gelen enerji hem günlük olarak, hem de yıl boyunca değişmektedir. Dünyanın kendi çevresinde ve Güneş çevresinde dönmesiyle güneş enerjisi farklı bölgelerde farklı miktarlardadır. Türkiye, coğrafi konumu açısından güneş kuşağı olarak adlandırılan, güneş enerjisi açısından zengin bir bölgede bulunmaktadır (Bozkurt, 2008). Bununla birlikte, Türkiye'nin hemen hemen bütün bölgeleri güneş enerjisi uygulamaları için elverişli bir konuma sahip olduğundan söz edilebilir (Yegin, 2008).

Güneşlenme süresi açısından Türkiye'den daha fakir ülkelerde bile güneş enerjisinden yararlanma konusunda çalışmalar yapılmasına rağmen, tüm bölgeleri için güneş enerjisinden yararlanma potansiyeli ciddiyle ele alınması gereken büyüklükte olan Türkiye'de bu konuda yeterince çaba gösterilmediği söylenebilir (Güvenç, 2008).

Türkiye'de yıllık en uzun güneşlenme süresine sahip bölge Güneydoğu Anadolu Bölgesi, en kısa güneşlenme süresine sahip bölge ise 1971 saat ile Karadeniz Bölgesi'dir. Çizelge 2.2.'de güneş enerjisi potansiyeli ve güneşlenme süresi değerlerinin bölgelere göre dağılımı görülmektedir (Alaçakır, 2016).

Çizelge 2.2. Türkiye’de bölgelere göre güneş enerji ve güneşlenme süreleri (Alaçakır, 2016).

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m <sup>2</sup> yıl)	Güneşlenme Süresi
Güneydoğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1971

EİE (Elektrik İşleri Etüt İdaresi) tarafından geliştirilen GEPA (Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası)’ya göre ortalama yıllık güneşlenme süresi 2740 saat/yıl (günlük 7,5 saat), ortalama yıllık radyasyon 4,17 kWh/m<sup>2</sup>-gün (Kilowatt saat/metrekaire - gün), 1522 kWh/m<sup>2</sup>-yıl’ dır (Yegin, 2011).

Güneş enerjisinin kullanım alanları, özel amaçlara göre değişebilmektedir. Bu enerjinin kullanımındaki temel amaç, ekonomik rekabet koşullarında olabildiğince fosil yakıtların yerini almasıdır (Güvenç, 2008).

Üzerinde önemle durulması gereken bir konu da, konutların güneş enerjisinden pasif olarak yararlanmaları için ileri malzemeleri de kullanan yeni çözümler geliştirmek, bu bilgileri yaymak ve uygulanmalarını teşvik etmektir (Güvenç, 2008).

Güneş enerjisi günümüzde konut ve iş yerlerinin iklimlendirilmesi (ısıtma-soğutma), gece ve gündüz aydınlatmasında, sıcak su temin edilmesi ve yüzme havuzu ısıtılmasında; tarımsal teknolojide, sera ısıtması ve tarım ürünlerinin kurutulmasında; sanayide, güneş ocakları, güneş fırınları, pişiricileri, deniz suyundan tuz ve tatlı su üretilmesi, güneş pompaları, güneş pilleri, güneş havuzları, ısı borusu uygulamalarında; ulaşım-iletişim araçlarında, sinyalizasyon ve otomasyonda, elektrik üretiminde kontrollü olarak kullanılmaktadır (Yegin, 2011).

Güneş enerjisi hem bol ve bedava hem de sürekli ve yenilenebilir bir enerji kaynağı oluşunun yanında insanlık için önemli bir sorun olan çevreyi kirletici atıkların bulunmayışı, yerel olarak uygulanabilmesi, işletme kolaylığı, dışa bağımlı olmaması, yapılarda kullanım olanağı bulması, karmaşık bir teknoloji gerektirmemesi ve işletme masraflarının az olması gibi üstünlükleri sebebiyle son yıllarda fosil yakıtlardan meydana gelen çevresel etkilerin azaltılması için kullanılan yaygın yenilebilir enerji kaynaklarından biridir (Yumurtacı ve Bekiroğlu, 2011).

İlk yatırım maliyetleri yüksek olan güneş enerjisi sistemlerine devlet tarafından hem yatırımcı hem de tüketici açısından teşvikler sunulması, ayrıca yapılmakta olan çalışmaların bir plan ve programa oturtulması durumunda, ülkemizin geleceğin bu önemli enerji kaynağından verimli şekilde yararlanabileceği düşünülmektedir (Bozkurt, 2008).

Güneş enerjisi, bu yöndeki teknolojik ilerlemelerin hızla gelişimi sonucunda, gelecekte kullanımı en fazla yaygınlaşacak enerji kaynakları arasındadır. Bu nedenle günümüzde sürdürülebilir enerji kaynakları arasında en fazla önem verilmesi gereken kaynaktır (Mutlu, 2011).

Ancak bu temiz, sınırsız enerjinin etkin, verimli ve yaygın olarak kullanılması yönünde kat edilen mesafe, henüz çok azdır. Güneş enerjisinin kullanım alanları çok çeşitli olup, amaca göre değişmektedir (Mutlu, 2011).

Güneş enerjisinin doğa koşullarına bağlı olarak ve geceleri yetersiz kalması nedeniyle depolanma ihtiyacı doğmaktadır. Bu durum, önce elektrik enerjisine sonra da hidrojene döndürülmesi sayesinde giderilir. Bu sayede, elde edilen enerjinin en temiz ve en verimli biçimde depolanması sağlanır (Mutlu, 2011).

Güneş enerjisi çevre açısından temiz bir kaynak özelliği taşıdığından da fosil yakıtlara alternatif olmaktadır. Yeryüzüne her sene düşen güneş ışınım enerjisi, yeryüzünde şimdiye kadar belirlenmiş olan fosil yakıt haznelarının yaklaşık 160 katı kadardır. Ayrıca yeryüzünde fosil, nükleer ve hidroelektrik tesislerinin bir yılda üreteceğinden 15.000 kat kadar daha fazladır. Bu bakımdan güneş enerjisinin bulunması sorun değildir. Asıl sorun bunun insan faaliyetlerine uygun kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülebilmesindedir (Ültanır, 1996; Şen, 2002).

Bu derece değerli olan güneş enerjisinin, doğaya ve maddelere çok çeşitli etkileri olduğu bilinmektedir. Aynı zamanda çevre düzenlemelerinde popülaritesi artan fotolüminesans maddesinin de doğal şarj kaynağı yine güneştir. Bu sayede, peyzaj düzenlemelerinde fotolüminesans maddesi tasarımcılara sayısız kullanım olanağı ve çeşitliliği sağlayabilecektir.

### 2.3. Fotolüminesans Kavramı

#### 2.3.1. Tanımı

Uyarılmış bir atom veya molekül kararsızdır ve fazla enerjisini atarak temel haline dönmek ister. Atom veya molekül temel enerji düzeyine dönerken fazla enerjisinin tümünü veya bir kısmını ışık şeklinde atabilir ve böylece sistemde ışık yayılması gözlenir. Bu ışık yayılması olayına genel olarak “lüminesans” denir (Kalkan, 2008).

Lüminesans, herhangi bir cismin dış bir kaynaktan çeşitli şekillerde enerji absorblayarak elektronik olarak uyarılmış bir molekülün fazla enerjisinden kurtulurken bu enerjinin tamamını veya bir kısmını diğer elektromanyetik ışınım kaynaklarından farklı olarak kaynağın ısısında bir değişim olmaksızın soğuk ışık olarak yayımlamasıyla da bilinmektedir (Akkaya, 2011).

Lüminesansa yol açan enerji kaynakları, elektron akışı, elektrik ya da manyetik alan, mor ötesi ışınım, alfa parçacıkları salınımı şeklindedir. Bu yolla uyarılmış atomlar, kararlı hallerine dönerken dışarıya ısı ya da elektromanyetik ışınım ya da her ikisi birden yoluyla enerji verirler (Yüksel, 2008).

Uyarımın şekline bağlı olarak lüminesans aşağıdaki gibi sınıflandırılır:

- Fotolüminesans: Ultraviyole (mor ötesi) ışıkla uyarılan maddede oluşan lüminesans çeşididir.
- Katadolüminesans: Malzemenin elektron demeti ile uyarılması sonrasında gözlenen lüminesanstır.
- Elektrolüminesans: Maddeye elektrik alanının uygulanması ile meydana gelen lüminesans çeşididir.
- Kemolüminesans: Kimyasal reaksiyon sonucunda oluşur. Fosforun havada oksitlenmesinden dolayı ısıya yapması kemolüminesansa, ateş böceklerinin ışık yayması kemolüminesansın bir türü olan biyolüminesansa birer örnektir.
- Radyolüminesans: Hızlandırıcılardan, kozmik ışıklardan, radyoaktif maddelerden veya diğer kaynaklardan gelen yüksek enerjili parçacıkların etkisi ile

ortaya çıkan lüminesans çeşididir (Yen, Shionoya ve Yamamoto, 1995; Yüksel, 2008).

Fotoluminesans malzemeler, doğal güneş ışığının enerjisini veya yapay elektrik enerjisini absorbe etme ve depolama ve daha sonra karanlıkta görünür ışık formunda yavaşça dışarıya verme yeteneği ile karakterize edilmektedir. Absorbe etme, depolama ve ışık verme döngüsü pratik olarak sonsuz bir şekilde gerçekleşmektedir. Fotoluminesans malzemeler aslında enerji soğurmasıyla uyarılmakta ve kararsız hale geçmektedir. Atom veya moleküller, kazandıkları bu enerjiyi atarak eski hale dönmek istemektedir. Bu sırada sistemden bir ışık yayılımı gözlenmektedir (Küçüköztürk, 2007).

Fotoluminesans, sistemin yüksek bir enerji seviyesine bir foton soğurarak uyarılması ve daha sonra kendiliğinden bir foton yayınlarak düşük enerji seviyesine dönüş süreci fotoluminesans olarak adlandırılır (Kelek, 2008).

Fotoluminesans temelde yeryüzünün bazı nadir alüminatlarının güneş ışığını tutma ve karanlıkta bunu, sekiz saatten on saate kadar değişen bir süre içerisinde farklı renklerde geri verme özelliğidir (Lucedentro, 2016c).

Fotoluminesans, basit inorganik molekülleri (örn. N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Hg), asal gazları, inorganik kristalleri (örn. elmas, yakut, çinko sülfür) içeren birçok materyalde meydana gelebilir (Saleh and Teich, 1991).

Fotoluminesans, floresans ve fosforesans olaylarının genel adıdır. Floresans ve fosforesansta, uyarılma fotonların absorpsiyonu ile gerçekleşir (Ozawa L. 2007). Floresans ve fosforesans, uyarılmanın fotonların absorpsiyonu ile olması bakımından benzerdirler. Bunun bir sonucu olarak, bu iki olay, sıklıkla daha genel bir terim olan fotoluminesans ile ifade edilir. Bunun bir sonucu olarak, floresans hemen yok olan bir lüminesans olup, kısa ömürlüdür. Buna karşılık fosforesans emisyonları ile ilişkili elektron spinindeki bir değişme, ışınlamanın bitmesinden sonra kolayca tespit edilebilir bir süre kadar, genellikle birkaç saniye veya daha uzun, ışınlamanın sürmesine sebep olur. Birçok durumda, floresans veya fosforesans olarak fotoluminesans emisyonu, onu uyarmak için kullanılan ışınlamanınkinden daha uzun dalga boyundadır (Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, 2015).

Floresans olayında uyarıcı ışık ortadan kalkarsa, maddenin ışık yayması devam etmez. Fosforesans olayı lüminesansı meydana getiren etkinin ortadan

kalkmasından sonra maddenin bir süre daha ışık yaymaya devam etmesi durumudur. Bunun sebebi fosforesans maddelerde kristal örgüde bulunan tuzaklarda kaynaklanan ışımali geçiş oranının uyarılmış seviye yarı ömrünün uzaması ile lüminesans sürecinin uzamasıdır (Bilir, 2006).

Bazı maddelerin çözeltileri UV ışınlarla uyarılınca bunları absorbe ederek uyarılmış hale geçerler. Işınlama kesilince uyarılmış halden temel hale dönerken ışın yayımlarlar. Işıma yapan madde tarafından yayımlanan ışın absorblanan ışından daha düşük enerjili olduğundan daha uzun dalga boyuna sahiptir. Işınlama kesildikten sonra maddenin yayımladığı ışın kısa ömürlü ise olay floresans, uzun ömürlü ise olay fosforesans olur (Eren, 2003).

Fosforesans, floresansla ilişkili bir çeşit ışıldama şeklidir. Floresanstan farklı olarak fosforesans maddeler soğurdukları enerjiyi hızlıca geri vermezler (Bulut, 2009).

Fosforesans özelliğe sahip pigmentler soğurdukları belirli dalga boyundaki ışığı, ışık kaynağı kendilerinden uzaklaştırıldığında etrafa yaymaktadırlar. ZnS:Cu yeşil ışık yayabildiği ancak değerlendirildiği uygulamalarda sunduğu parlaklık ve bu parlaklığın sürekliliğinin sınırlı kaldığı (sadece birkaç saat) uzunca bir süredir bilinmektedir (Karasu vd., 2010). Böylesi bir dezavantajı ortadan kaldırmak üzere stronsiyum alüminat sisteminde mavi, mavimsi yeşil pigmentler geliştirilmiştir (Kayacı vd., 2014).

Kalıcı lüminesans ya da ışıldama olarak adlandırılan fosforesans, ışık yayılımının uyarma kaynağı kaldırıldıktan sonra, morötesi ya da görünür aralıkta oda sıcaklığında devam etmesi olayıdır. Işık kaynağı kaldırıldıktan sonra, soğurulan enerji kademeli olarak serbest bırakılmaktadır (Karacaoğlu ve Karasu, 2013).

Uzun ışıldama süreli fosforlar, çok geniş bir zaman diliminde, hatta bazen bütün bir gün boyunca bu yayılımı yapabilen ve fosforesans özellik sergileyen, oldukça geniş uygulama alanına sahip malzemelerdir. Işıldamada kalıcılık, uyarım süresince tuzaklanan elektronlar veya meydana gelen boşluklar neticesinde ortaya çıkmaktadır (Kazazz vd., 2012).

Herhangi bir karanlık ortamda; çarpma, düşme tehlikesi, yangın, elektrik kesilmesi gibi tehlike anlarında yön bulmada güçlük çekilebilmektedir. Bu zorluğu ortadan kaldırmak için, belirli bir süre güneş veya yapay bir ışık altında



beklediğinde karanlıkta insan gözüyle açıkça görülebilen ışık sağlayan ve görünürlük özelliği olan fotolüminesans malzemeler kullanılabilirler (Yılmaz vd., 2013).



Şekil 2.1. Fotolüminesans pigmentlerin karanlık alanda görünümü (Fotoluminiscente, 2016).

Fotolüminesans malzemeler, güneş ışığı ve yapay ışık gibi birçok ışık türünü emebilir özelliğe sahiptir. Bu malzemelerin karanlık ortamda yaptığı ışık yayılımı insan gözünün algıladığı ışık enerjileridir (Garlick and Mason, 1949).

Son yıllarda bir çok ülke de enerji tüketimini azaltmaya yönelik tedbirler alınmaya ve farklı alternatif çözümler araştırmaya ve geliştirmeye başlanmıştır. Günlük hayatta kullanılan enerjinin büyük çoğunluğunu aydınlanma ve ısınma amacıyla tüketilen enerji oluşturmaktadır. Bu bakımdan karanlık ya da az ışıklı ortamlarda ışımaya yoluyla flu olarak kısmi aydınlatma sağlayarak gece aydınlatmaları için tüketilen enerjiden tasarruf sağlamak önemli olmaktadır. Bu amaçla fotolüminesans katkılı ürünlerin geliştirilmesi ve kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır.

### 2.3.2. Terminolojisi

Yaşam standartları aydınlatma ile fark edilir ölçüde değişmiş ve gelişmiştir. Odun ateşinden başlayan bu değişim, meşale, mum, yağ ve gaz lambaları kullanımı ile devam etmiş, gaz lambalarının ardından akkor lambalar, floresan ve LED aydınlatmaların geliştirilmesi ile gündelik yaşamın yanı sıra çalışma yaşamımızda da hayati bir önem kazanmıştır (Ayvalı, 2015).

Lüminesans malzemelerin floresan lamba ve LED’lerde yaygın olarak kullanılması, fosforlar üzerindeki çalışmaları yoğunlaştırmıştır. Fosforlar uyarılma kaynağı kapatıldıktan sonra, birkaç dakikadan birkaç saate kadar ışıldamaya devam eden malzemelerdir. Bu ışımaya genel olarak fotonların absorblanması ile sağlandığından fotolüminesans olarak adlandırılır (Ayvalı, 2015).

17 yüzyılda, İtalya’nın Bolonya kentinde yaşayan simyacı Vincentinus Casciarolo, sönmüş bir yanardağın dibinde kristal bir taş bulmuş ve bu taşı altına dönüştürmek amacıyla odunkömürü fırınında pişirmiştir. Sonuçta, Casciarolo altını bulamamıştır ancak, gün ışığına maruz kaldıktan sonra karanlıkta kırmızı ışık yayan sinterlenmiş bir taş elde etmiştir. Bu taş “Bolonya taşı” olarak adlandırılmıştır. Günümüzdeki bilgilere dayanarak söz konusu taşın barit ( $BaSO_4$ ) olduğu ve pişirilen son ürünün fosforlar için ana kristal tabir edilen malzemelerden birisi olan BaS olduğu düşünülmektedir (Yeşilay Kaya, 2011).

Benzer deney ve gözlemler Avrupa’da da yapılmış, ışıldayan taşlara genel olarak “fosfor” isminin verilmesi uygun görülmüştür. Yunanca ışık taşıyıcısı anlamına gelen fosfor, uyarılma türüne göre birçok ışımaya çeşidine kaynak olmuştur (Yen et al., 2006).

Tarihte yapılan bilinçli ilk fosfor üretimi ve bilimsel çalışma Fransız kimyacı Theodore Sidot tarafından 1886 yılında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, televizyon tüpleri için önemli olan ZnS esaslı fosfor prototipi üretimi yapılmıştır (Yen et al., 2006).

Bologna’lı simyacı Vincentius Casciarolo’nun 17. yüzyılda ilk yapay fosforu bulmasından sonra uzun süre ışıldama yapan fosforlar ise 100 yıl sonra yani 18. yüzyıl’da keşfedilmiştir (Yen et al., 2006).

Radyasyonla uyarıldıktan sonra maddenin kalıcı biçimde ışık yayması anlamındaki *fosforesans* terimi, fosfor sözcüğünden türetilmiştir. Bolonya taşının

bulunmasından önce Japonlar, deniz kabuklarından fosforesans boya hazırladıklarını rapor etmişlerdir. Bu gerçek 10 yy'da Çin belgelerinde açıklanmıştır. İlk fosforların kullanımının Japonlara ait olduğunu öğrenmek ilginç olmuştur (Yeşilay Kaya, 2011).

1920'lerin sonları ve 1930'larda P.W. Pohl ve arkadaşları, tek kristal yapıda fosfor üretmişlerdir. Pohl ve arkadaşlarının F Seitz ile yaptıkları işbirliği neticesinde günümüzde hala geçerli olan lüminesans fiziğinin temelini oluşturmuşlardır (Yen et al., 2006).

İkinci dünya savaşından itibaren ise fosfor üzerine yapılan çalışmalar önemli ölçüde gelişmiştir. Bu dönemde, Lüminesans oluşumundaki uyarılma enerjisi teorisi de önemli ölçüde açıklanabilmiştir. Genel olarak lüminesans ve fosfor oluşum mekanizmaları üzerine ayrıntılı çalışmalar hız kazanmıştır (Albani, 2007).

Floresans ve fosforesans her ikisini de kapsayan *lüminesans*, ilk olarak 1988'de Alman fizikçi Eilhardt Wiedemann tarafından kullanılmıştır. Bu kelime Latince'de ışık anlamına gelen *lumen* sözcüğünden gelmektedir. Günümüzde lüminesans terimi, maddelerin elektronik durumunun bir çeşit harici enerji tarafından uyarılması ve bu uyarılma enerjisinin ışık olarak dışarıya verilmesi şeklinde tanımlanabilir. Buradaki ışık sözcüğü sadece elektromanyetik dalgaları içermez, ayrıca, iki uçtaki komşu bölgeler olan ultraviyole ve kızılötesi bölgeyi de ifade eder (Yen et al., 2007; Yen et al., 2000).

Geçtiğimiz yüzyılın başından beri bilinen tek fosforesans bileşimi bakır ve kobalt katkılı çinko sülfat ( $ZnS: Cu^+, Co^{+2}$ ) sistemiydi. Fakat bu sistemin bir çok eksikliği bulunmaktadır. Özellikle fosforun parlama etkisi birkaç saatten fazla sürmemekte ve fosforesans parlaklık kolaylıkla bozulma göstermektedir. Bundan dolayı parlaklığın sürekli olmasını sağlamak için radyoaktif elementler  $ZnS:Cu$  fosfor esaslı boyalara bazen ilave edilerek radyoaktif ışıdan yayılan enerji kullanılmıştır. Ancak, radyoaktif elementlerin işlenme ve yok edilme süreci çok güçtür ve birçok probleme neden olmaktadır. Sonuç olarak, radyoaktif element içerdiği için bu malzemenin kullanım alanları sınırlanmıştır (Clabau et al., 2005).

Devam eden araştırmalar  $ZnS (ZnS: Cu^{2+})$  fosforlarının 40 dakika ve üzeri sürede ışıldama yaptığını göstermiştir.  $ZnS$  kompozisyonuna sahip birçok fosfor geliştirilmiş, saatlerde ve gece göstergelerinde kullanılmıştır. Yeni kompozisyonlar

içerisinde bulunan kadmiyum gibi fosforlar kansere sebep olma riski taşıdığından kullanmaları yasaklanmıştır (Leveren, 1949).

Işıldama süresi uzun olan fosforların ilerleyen zamanlardaki örnekleri CaS, SrS gibi toprak alkali sülfürler olmuştur (Lehmann, 1972). 20. yüzyıl başlarında Lenard'ın fosforları olarak tanınan bu fosforlar birkaç saatin üstünde kalıcı ışımaya yapmalarına rağmen, uygulama alanları kimyasal kararsızlıkları ve neme maruz kaldıklarında bozulmalarından dolayı sınırlı kalmıştır (Garlick, and Mason, 1949). Ancak, böylesi bir dezavantajı ortadan kaldırmak üzere 1995 yılında, Matsuzawa ve arkadaşları, yeni nesil uzun süreli ışımaya sağlayan  $\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Dy}^{+3}$  katkılı  $\text{SrAl}_2\text{O}_4$  esaslı fosforu üretmişlerdir. Yeni nesil bu fosforlar; uzun süreli ışımaya, yüksek ışımaya şiddeti, saf renk eldesi, yüksek kimyasal ve termal direnç, kimyasal olarak kararlılık gibi özellikleri ile geleneksel ZnS esaslı fosforların yerine geçmiştir (Yen et al, 2006; Clabau et al., 2005).

Ayrıca fosforesans şiddeti ve kalıcılığı gece boyunca 10 ile 20 saat arasında sürekli ışık yayılımını olanaklı kılmasından dolayı bu sistem fosforesans olayına yeniden ilginin artmasını sağlamıştır (Clabau et al., 2005).

Süregelen çalışmalar sonucunda kalıcı lüminesans malzemelerden biri olan yüksek etkinliğe sahip stronsiyum alüminat sistemleri elde edilmiştir (Karasu vd., 2005). Daha sonra 20 saate kadar mavi-yeşil ışık yayılımı sağlayan Europiyum (Eu) ve disporsiyum (Dy) katkılanmış yani  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Dy}^{+3}$  fosfor sistemi bulunmuş ve son zamanlarda da üzerinde yoğun bir şekilde durulmuştur. Geliştirilen bu stronsiyum alüminat fosforları sülfat fosforlarına kıyasla  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Dy}^{+3}$  fosforunun güvenli, kimyasal olarak kararlı, yüksek parlaklık gösteren, kolay imal edebilen, radyasyon içermeyen ve uzun süreli fotolüminesans yayılımını gibi üstün özellikler göstermektedirler (Gao et al., 2009).

Europiyum (Eu) ve disporsiyum (Dy) ile aktive edilmiş toprak alkali stronsiyum alüminat sistemindeki fosforlar sahip oldukları birçok üstün özellikten dolayı yoğun ilgi görmektedir (Yan ve ark., 2012; Song ve Chen, 2007).

Bu çalışmalarda fosforesansın özelliklerini, fosfor tanelerinin şekil ve boyutlarının etkilediği görülmüştür. Tane boyutu nano seviyeye ulaştığında yayılım şiddetinin maviye dönmesi gibi çeşitli yeni özellikler keşfedilmiştir. Fosfor tanelerinin düzgün şekilli ve plaka benzeri yapıda olduğunda ışık soğurmalarının

daha iyi olması ve yüksek yoğunlukta bir parlaklık oluşturmaları beklenmekte bu durumda da daha yüksek ışımaya şiddeti eldesi sağlanmaktadır (Luitel et al., 2009).

Araştırmacılar fosforesans kalıcılığı uzun malzemeler üzerine farklı mekanizmalar geliştirmişlerdir. Ancak, bu tür malzemelerin geliştirilme süreci hala çok yavaştır. Fosforesans malzemelerin ışıldama sürelerinin dakikalardan 10 saate kadar çıkabilme özellikleri neredeyse 100 yıllık bir süreçte gerçekleştirilmiştir. Bunun sebeplerinden bir tanesi tuzakların doğası ve hala tam olarak anlaşılammış olan karmaşık enerji yakalama mekanizmalarıdır. Ayrıca, tasarlanan renklendirme ve/veya ömürleri ile birlikte ışıldamaları kalıcı malzemelerin genel olarak sentezlenmesi üzerine yöntem ve teknikler de kısıtlı kalmıştır (Liu et al., 2005).

Uzun süreli ışıldama yapan fosforlar, 16. yüzyılda keşfedilmelerinin ardından dikkatleri hızla üstüne toplamış ve 19. yüzyıl boyunca üzerinde oldukça fazla araştırma ve geliştirme yapılmıştır. Ticari uygulamalar yayılmıştır. 20. yüzyıl sonlarında sülfürlü ürünlerden fosforesans ve kararlılık özellikleri açısından daha üstün olan  $\text{Eu}^{2+}$  ve  $\text{Dy}^{3+}$  katkılı alüminat ve silikatlar ön plana çıkmışlardır. Alüminatlar suya maruz kaldıklarında bozulurlar. Bu sebeple kullanım alanları sınırlıdır ve silikatlardan geri planda kalırlar (Wu et al., 2011).

Bilinen en iyi kalıcı ışıldayan silikat Y. Lin ve arkadaşlarının 2001 yılında üretmiş olduğu  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7:\text{Eu}^{2+}, \text{Dy}^{3+}$  'dur (Lin et al., 2001).

Son 10 yılda silikatlı fosforlar üzerindeki araştırmalar artarak devam etmektedir. Bunun sebebi büyük ölçüde ticari açıdan önemleridir. Floresan lambalarda, katot ışını tüplerinde, radyasyon denetlemede ve karanlıkta görüş için kullanılmaları gün geçtikçe fosforlar üzerindeki ilgi ve yatırımları artıracaktır (Ayvalı, 2015).

Günümüzde ise, fosfor içeren malzemelerde yapılan çalışmalarda, lüminesans oluşumu ve etkisi ayrıntılı olarak incelenmekte, nadir toprak elementi eklenmesinin fosfor özelliklerine katkısı net olarak ortaya koyulmaktadır. Ayrıca kullanılan farklı katkı malzemeleri ve çeşitli üretim teknikleri ile birçok farklı araştırmaya da konu olmuştur (Karakaş, 2010).

### 2.3.3. Özellikleri ve kullanım alanları

Uzun ışıma özellikli fosforesans pigmentler, nadir toprak elementleri ile etkinleştirilen toprak alkali alüminat sistemlerdir. Bu sistemlerin en önemli niteliği, kristal yapıları yardımıyla ışık emme, depolama ve dağıtma yeteneği göstermeleri sonucunda yüksek parlaklıkta uzun süreli fosforesans ışıma yapmalarıdır. Bu pigmentler, maruz kaldıkları ışık kaynağına bağlı olarak ışık kaynağının ortamdaki uzaklaştırılmasının ardından 12 saat ve üzerinde bir ışıma özelliği sergileyebilmektedirler. Parlaklık ve ışıma süreleri, en bilinen fosfor olan çinko sülfat sistemlerine göre on kat daha fazladır. Toprak alkali alüminat sistemleri radyoaktif olmadıkları için insan sağlığına zarar vermezler. Ayrıca, çinko sülfat sisteminin tersine kararlı yapıda ve atmosferik etkilere karşı dirençli olup ışık absorpsiyonu ve yayılımı da kesintiye uğramadan devam etmektedir. Mavimsi-yeşil renkli  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Dy}^{+3}$  sisteminin parlaklığı yüksek olarak uzun süre ışıma yapma özelliğine sahip fosforesans pigment olduğu ifade edilmiştir (Karasu vd., 2005).

Daha önceki konuda da bahsedildiği gibi fotoluminesans malzemeler güvenli, kimyasal olarak kararlı, yüksek parlaklık gösteren, kolay imal edebilen, radyasyon içermeyen ve uzun süreli fotoluminesans yayılımı gibi üstün özellikler göstermektedirler.

Bu sebeple havaalanı, bina, seramik, saat, karayolu için çizgi boya, tekstil baskı ve dokularında, uyarı işaretleri ve acil çıkış aydınlatmaları gibi geniş kapsamlı birçok alanda kullanımı mevcuttur (Gao et al., 2009). Fosforesans özelliğe sahip pigmentler birçok ürünün yüzey kaplamalarında kullanılmasının yanında plastik, lastik, polivinil klorür (PVC), sentetik reçineler ve cam ile de karıştırılabilmektedirler (Yamamoto ve Matsuzawa, 1997).

Fotoluminesans pigmentler insan sağlığına zarar vermedikleri için Avrupa güvenlik kuralları arasına da girmektedirler. Dolayısıyla ile trafik güvenlik işaretlerinde, cam, plastik, seramik ve cilalama gibi farklı sanayi aşamalarında güvenle kullanıldığı görülmektedir. Bu olağanüstü durum, uzman tasarımcılar elinde, güzellik, emniyet ve enerji tasarrufu standartlarına göre her defasında belirlenebilecek oldukça duygusal mimari ve tasarımsal uygulamaların gerçekleştirilmesine imkan verebilmektedir (Fosfortek, 2012).

Lüminesans boyarmaddelerin çağdaş kullanım alanları arasında ışık salan diyotlar, lazerler, uçaklar için tehlike anında aydınlatmayı (kimyasal lüminesansla)

sağlayan sistemler, pullara sürülen maddenin sağladığı lüminesansla çalışan otomatik postalama sistemleri de mevcuttur (Skoog et al., 1997).

Dünyada hayatı olumsuz yönde etkileyen küresel ısınmaya tedbir olarak yapı sektöründe de her geçen gün yeni ürünler geliştirilmektedir. Enerji verimliliği sağlayan, güvenli, ekolojik ve doğaya saygılı olan yapı malzemeleri günümüzde yeni ve gerekli bir anlayış olan “yeşil bina” uygulamalarında önem kazanmaktadır. Özellikle ülkemizde kullanılan elektriğin % 60’ının binalarda tüketilmesi, gerek yalıtım gerekse aydınlanma olgusunda tasarruf sağlayıcı ürünlerin aranmasına sebep olmaktadır. Bu bakımdan karanlık ortamda ışığa özelliğine sahip fotolüminesans özellikli ürünlerin üretimi, elektrik tüketiminde tasarrufa yardımcı olabileceğinden gittikçe yaygınlaşmaktadır. Önceleri sadece acil çıkış güvenlik işaretleri ya da itfaiye, trafik polisi gibi personelin üniformalarında kullanılan fotolüminesans özellikli pigmentler günümüzde artık yapı sektöründe de geniş kullanım alanı bulmaktadır (Gültekin, 2013).

Fotolüminesans maddelerce verilen ışığın, normal ampüllerle kıyaslanabilir bir düzeyde olmamasına rağmen, estetikle, emniyetle ve aynı zamanda enerji tasarrufu ile de gereklilikleri ve işleyişi birleştiren sentezleme sistemler-ürünler gerçekleştirilebilmektedir. Fotolüminesans katkılı maddelerin onlara bir anlamda gece ikinci bir hayat vererek dinamik ve interaktif hale gelebildiği düşünülmektedir.

#### 2.4. Önceki Bilimsel Çalışmalar

Fotolüminesans özelliğe sahip pigmentlerin endüstriyel kullanımları ve bu kullanım alanlarına ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ulaşılabilen kaynaklara göre bu tezin amacına benzer amaçlarla yapılmış uygulamaların mevcut olduğu görülmüştür. Ancak uygun bilimsel çalışmalar bulunamamıştır. Farklı meslek disiplinlerinde fotolüminesansla ilgili yapılan çalışmaların kısa özetleri ise aşağıdaki gibidir:

**Varış E., 2005,** “*Fluoresans Boyarmaddelerin Tekstil Materyallerinde Kullanımı*” isimli çalışmada; fluoresans boyarmaddelerin güvenlik, dekorasyon veya sanatsal amaçlarla tekstil ürünlerinde kullanılması sonucu üretilen ürünlere yüksek görünürlülük özelliği kazandırılması ve çeşitli fluoresans pigmentlerin renk ve haslıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada % 100 PES ve % 100 PES mikroelyaf kumaşlar, sarı ve kırmızı renkli fluoresans pigmentlerle boyanarak ışık haslıkları, yıkanma, sürtünme ve süblimasyon haslıkları, su iticilik ve kir-leke

tutmazlık özellikleri ve yüksek görünürlülük standardına (EN471:2003) uygunlukları incelenmiştir.

**Karagöz S. E., 2008,** “*Fluoresan Boyarmaddelerle Çeşitli Liflerin Boya-Baskı Olanakları ve Haslıklarının Geliştirilmesinin Araştırılması*” isimli çalışmada, fluoresans boyarmaddelerin reaktif, dispers, asit ve pigment boyarmaddeleri olmak üzere gruplarını ve bu grup boyarmaddelerin tekstil ürünlerinde daha çok pamuk, poliester ve poliamid türü kumaşlarda kullanıldığını belirtmiştir. Çalışmada reaktif, dispers, asit ve pigment boyarmaddelerle pamuk, poliester ve poliamid türü kumaşlara boya baskı işlemleri uygulanmış ve uygulama sonucunda fluoresans boyarmaddelerin haslık dereceleri incelenmiştir. Ayrıca uygulama yapılacak kumaşlar üzerine üç tip UV absorblayıcı aktarılarak bu üç tip maddenin haslıklar üzerindeki etkileri yine bu çalışma kapsamında incelenmiştir.

**Kaya Yeşilay, S., Karasu, B., 2011,** “*Mavimsi-Yeşil ve Sarımsı-Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Duvar Karosu Vetroza Uygulamalarında Kullanımı*” isimli çalışmada; çinko sülfür fosforunun 19. yüzyıldan beri ışık kaynağı kaldırıldığında karanlıkta yeşil ışık yayabildiğinin bilindiğine ancak görünür ışık etkisinin birkaç saatten fazla olmadığına ve fosforesans parlaklığının kolaylıkla bozulduğu belirtilmiştir. Çinko sülfür fosforunun bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak için de herhangi bir ışık kaynağı altında tutulduktan sonra karanlıkta uzun süreli fosforesans ve yüksek ışımaya sahip stronsiyum alüminat sisteminde mavimsi-yeşil ve sarımsı-yeşil renkte ışımaya sergileyen pigmentler üretilmiş ve sonrasında elde edilen pigmentler duvar karosu vetroza uygulamalarında kullanılarak hem dekoratif hem de işlevsel yeni seramik ürünlerin eldesi amaçlanmış ve bu pigmentlerle farklı denemeler yapılmıştır.

**Kazazz, H., Karacaoğlu, E., Karasu, B., ve Ağatekin, M., 2012,** “*SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>:Eu<sup>+2</sup>, Dy<sup>+3</sup>, Y<sup>+3</sup> Sisteminde Pr<sub>6</sub>O<sub>11</sub> Katkılı Sarımsı-Yeşil Fosforların Üretimi ve Sanatsal Camlarda Kullanımı*” isimli çalışmada; son 10 yılda araştırılan kalıcı yeni fosforların geliştirilmesi üzerine çalışmalar değerlendirilmiş, uzun süreli ışımaya yapan fosfor pigmenti, SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>: Eu<sup>+2</sup>, Dy<sup>+3</sup>, Y<sup>+3</sup> sistemindeki ışık yayan yeni sarı-yeşil renk başarılı bir şekilde sentezlenmiş ve üretilmiştir. Çalışmada bu fosfor pigmentinin, cam üfleme sanatında ve farklı yüzey efektleri sağlayan füzyon teknikleriyle birlikte sanatsal camlarda kullanıldığında fosforesans özelliği gösterdiği görülmüştür.



**Gültekin, D., 2013,** “*Mikronize Dolomitin Fotoluminesans Harç Üretiminde Değerlendirilmesi*” isimli çalışmada; silis kumu ya da mermer tozuna alternatif olarak Afyon-Dinar yöresine ait dolomit kayacı oluşumları mikronize malzeme olarak kullanılmış, toz formda düzenlenen kompozit prekast ve sıvı formda solüsyon üretimi üzerine bir dizi deneysel çalışma yürütülmüştür. Ayrıca sıvı formdaki kompozit solüsyon için hazırlanan karışım kombinasyonlarında kullanılan fotoluminesans pigment katkının hem aydınlık hem de karanlık ortamda ışığa performansları irdelenmiştir. Yapılan analizlerin sonucuna göre dolomitin cam elyaf katkılı kompozit prekast ürünlerde ve fotoluminesans özellikli solüsyon ürünlerde kullanılabilirliği incelenmiştir. Fosforesans pigment içeren karışım kombinasyonları için yapılan analiz sonucunda, fosforesans pigment oranının artırılması ile karışım kombinasyonlarının ışığa yüzde değerlerinin artış gösterdiği tespit edilmiştir. Fosforesans pigment katkılı karışım kombinasyonlarında ışığa yüzde değerleri göz önünde bulundurularak dolomit oranı yüksek olan karışım grubu kombinasyonlarının, düşük sürelerde ışığa maruz bırakılmasında dahi avantaj sağladığı görülmektedir. Işığa maruz kalma süresinin artırılması ile bu avantajlı durumun daha belirgin ve dikkat çekici bir ışığa olgusuna dönüştüğü belirtilmiştir.

**Yılmaz, D., Güder, G. ve Dikidaş, T., 2013,** “*Yön Bulmaya Yardımcı ve Enerji Tasarrufuna Katkı Sağlayan Karanlıkta Yüksek Görünürlüğe Sahip Tekstil Ürünlerinin Üretimi*” isimli çalışmada, fotoluminesans pigment içeren tekstil ipliklerinin karanlıkta görünürlüğünün incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada, fotoluminesant pigment içeren polyester iplik numuneleri temin edilmiş, bu iplik numuneleri, gün ışığında ve yapay ışık altında şarj edildikten sonra karanlık ortamda parlayarak belli bir süre ışık verdiği gözlemlenmiştir. Işık yoğunluğu ipliklerin ışık kaynağından uzaklaştırılıp karanlık ortama getirildiği ilk dakikalarda çok yoğun olduğu ancak bu ışık yoğunluğunun ve şiddetinin kademe olarak azaldığı belirtilmiştir. Bununla birlikte, çalışmada ışığın uzun bir süre yok olmadığı da görülmüştür. Fotoluminesans malzemelerin koruyuculuk özelliğinin yanı sıra, kullanıldığı ürüne estetik ve farklı bir görünüm kazandırdığı için de çok çeşitli tekstil ürünlerinde kullanılabilir olduğu da ifade edilmiştir.

**Kayacı, D., Akbay, A., ve Kunduracı, N., 2014,** “*Geleceği Aydınlatan Lavabolar*” isimli çalışmada, seramik sağlık gereçleri ürünlerinde ülkemizde ve dünya çapında ilk kez fosforlu pigmentleri camsı faz içerisine hapsederek hem enerji tasarrufu sağlanması hem de temizlik için zaman ve kimyasal madde kullanımından tasarruf sağlanması amaçlanmıştır. Fosforesans özelliğinin yanında

ultra clean yüzey özelliğini taşıyan lavaboların zor kirlenme özelliğine de sahip olduğu ortaya koyulmuştur.

**Karacaoğlu, E., 2014,** “*Beyaz Işıldama Sergileyen İnorganik Esaslı Fosforesans Pigmentlerin Üretimi ve Karakterizasyonu*” isimli çalışmada; değişik dalga boylarındaki (görünür aralık ya da morötesi-UV) ışığı depolayarak karanlıkta uyarıcı kaynak eşliğinde (floresans) ya da belirli bir süre (fosforesans) ışık yayan, farklı şiddet değerlerinde ve beyaz fotolüminesans özelliğe sahip ışıldarların üretimi, literatür ve ticari ürünler baz alınarak geliştirilmesine yönelik başlangıç çalışmaları, farklı çalışmalarda ya da sistemlerde elde edilen beyaz ışıldama özelliğine sahip ışıldarların seramik dekor pişirimi (vetroza) duvar karosu ya da sanatsal cam objelerde kullanılarak hem dekoratif/işlevsel yeni ürünlerin üretimi hem de üretilen pigmentlerin tekrar ısıya maruz kaldıklarındaki davranışları incelenmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında kırmızı ve sarı-yeşil ışıldama yapan pigmentler de üretilmiştir.

**Yılmaz, D., Güder, G., Dikidaş, T., 2014,** “*Luminesans (Parlayan) İpliklerin Morfolojik ve Parlama Özellikleri ile Parlama Dayanıklılığının İncelenmesi*” isimli çalışmada; luminesans malzeme içeren iplik ve kumaş numuneleri temin edilerek bu malzemelerin morfolojisi, parlama özellikleri ve ışık yayılımının zamana bağlı olarak bozunması analiz edilmiştir. Luminesans içeren iplik ve kumaşlar dört farklı ışık türü (UV, TL84, D65 ve F) ile belli sürelerde aktive (şarj) edilmiştir. UV ve ardından TL84 ve D65 ışık kaynakları en yüksek yoğun parlaklık değerlerini göstermiştir. Bu arada, kumaşlar bu ışıklarla 5 dakika aktif hale getirildikten yaklaşık 30 dakika sonra aydınlatma sağlamıştır. Hatta 30 dakika sonra görünür ışık gözlemlenmiş, ışık yoğunluğu ve uzun süre kalan parlaklık, daha yüksek şarj süresi ile iyileştirilebileceği düşünülmüştür. Bu çalışmada, parlak numunelerin açığa çıkması için 1 dakikanın neredeyse yeterli olduğu ve daha uzun aktivasyonun, kalanların parlaklığını arttırmak için hiçbir mantıklı olmadığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda, lüminesans liflerin günlük kullanımda veya tekstil işlemlerinde oluşan yıkama ve sürtme etkilerine karşı oldukça dirençli olduğu ifade edilmiştir.

**Li, Z., Lei, C., and Wendi, T., 2013,** “*Peyzaj Aydınlatma Uygulamalarında Nadir Toprak Lüminesans Materyalleri*” isimli çalışmada, Nadir Toprak Lüminesans Materyalleri üzerindeki çalışmalar son yıllarda gelişmiş malzeme endüstrisinden üretim üzerine odaklanmıştır. Lüminesans malzemeleri, günlük yaşam uygulamalarında kullanılmak üzere oldukça geniş özelliklere sahiptir. Bu

materyaller endüstriyel alanlarda, TV'lerde ve lamba üretiminde yoğun olarak kullanılmakla birlikte peyzaj alanındaki uygulamaları oldukça sınırlıdır. Son yıllarda bu malzemelerin peyzaj alanında kullanımı ile ilgili bazı ilerlemeler yaşansa da teknoloji üreten alanlarla peyzaj arasındaki disiplinlerarası işbirliklerinin yetersiz kalmasından dolayı ilerleme istenen seviyelerde gerçekleşmemiştir. Bu kapsamda bu malzemelerin peyzaj alanında kullanımı ile ilgili olarak daha alınması gereken çok yol olduğu görülmektedir. Bu çalışmada Nadir Toprak Luminesans Materyallerinin karakteristik özellikleri, peyzaj alanındaki gelişmeler ve sürdürülebilirlik açısından incelenmiştir. Bu kapsamda Nadir Toprak Luminesans Materyallerinin peyzaj uygulamaları için yeni alanlar yaratabileceği düşünülmekte olduğu ifade edilmiştir. Nadir Toprak Luminesans Materyalleri gibi yeni teknolojilerin peyzaj alanında uygulanması ile enerji tasarrufu ve sürdürülebilirlik sağlanırken, yaşam alanlarının da daha renkli ve zengin olması sağlanmış olacağı belirtilmiştir.

**Bénichou, N., Proulx, G., 2007, “Yüksek Merdivenli Yapılarda Farklı Fotolüminesans Uygulamalarının Karşılaştırılması ve Değerlendirilmesi”** isimli çalışmada; yüksek katlı binalarda acil durumlarda ofislerin tahliye edilmesinde destekleyici bir unsur olarak, merdiven boşluklarına bir dizi farklı fotolüminesans uygulanmasının etkilerinin araştırıldığı saha çalışmaları yapılmıştır. Deneylerde bir biri ile özdeş olan dört merdiven boşluğu kullanılmıştır. Acil durum tahliyesi esnasında deneklerin tahliye zamanlarını, davranışlarını, merdiven boşluklarındaki güvenlik ve konforla ilgili düşüncelerini ve fotolüminesans uygulanmış yol göstericilerle oluşturulan acil çıkış sistemleri hakkındaki genel değerlendirmelerini ölçmek için video kayıtları incelenmiş ve deneklere bir anket uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlar, deneklerin % 65 - % 75' sinin fotolüminesans işaretleri ile oluşturulan acil çıkış merdivenlerinden aşağıya inerken kendilerini rahat hissettiklerini ve her bir merdiven basamağında fotolüminesans işaretleme yapıldığında görünürlüğü “iyi” ya da “mükemmel” olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde deneklerin davranışları, hareket etme hızları ve yoğunlukları dikkate alındığında, fotolüminesans işaretleri ile oluşturulan acil çıkış yollarının geleneksel acil çıkışların yerine kullanılmasının hem daha güvenli hem de daha konforlu olduğu açıkça görülmektedir. Ayrıca doğru bir şekilde yerleştirilmiş fotolüminesans işaretleri, acil durumlarda binalarda yaşanabilecek elektrik kesintilerinden etkilenmeyen, oldukça düşük maliyetli bir alternatif olacağı belirtilmiştir.

**Tamsü Selli, N. ve Tunalı, A., 2014, “Elektriksel Arızalarda Binaların Boşaltılması için Fotolüminesanlı Fayans Kullanımı”** isimli çalışmada; fotolüminesans pigmentler duvar karoları, yer karoları ve porselen karoların yanı sıra cam alt tabakalara (çeşitli mozaikler, sınırlar ve çeşitli desenlerle kesilmiş cam) başarıyla uygulanabilir. Bu tür uygulamalar için fotolüminesans materyalleri farklı amaçlar için kullanılabilir. Bu çalışmada, fotolüminesans pigmentleri geleneksel seramik üretim hattı ile seramik karo ve cam mozaik / fayans üzerine uygulanmış ve bu ürünlerin elektrik kesilmesi durumunda insanların tahliye edilmesinde rehberlik etmesi amaçlanmıştır. Bu sayede bina tahliyesi esnasında olası kazalar ve yaralanmaların önlenmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma neticesinde yapılan analizlere göre, yeni geliştirilen fotoluminesans fayansların acil çıkış ve tabelalara başarıyla uygulanabileceği tespit edilmiştir.



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırma materyali konuya ilişkin dünyanın farklı ülke ve şehirlerinde uygulanmış başlıca fotolüminesans uygulamaları ile bu çalışma için özgün olarak hazırlanmış bilgi - gözlem formlarından oluşmaktadır.

Araştırmaya konu olan örnekler, dünyanın farklı ülkelerinde denenmiş ve kullanım alanları bakımından birbirinden farklı özellikler gösteren 29 adet uygulama örneğinden oluşmaktadır.

Bu örnekler; kullanımları temel alınarak, 19'u 'Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler' ve 10'u ise 'Diğer Sektör Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler' olmak üzere iki ana başlık altında incelenmiştir.

'Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler'; amaçlarına göre, 'Aydınlatma', 'Güvenlik', 'Dekorasyon' ve 'Çok Amaçlı' olmak üzere 4 başlık altında incelenmiştir. Aydınlatma amaçlı uygulama örnekleri 7 adet, güvenlik amaçlı uygulama örnekleri 4 adet, dekorasyon amaçlı uygulama örnekleri 5 adet ve çok amaçlı uygulama örnekleri ise 3 adettir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Araştırma Evrenini Oluşturan Fotoluminesans Malzemenin Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örneklerin Amaçlarına Göre Dağılımı

	Amaç	Uygulama Örneği	Ülke	Örnek Sayısı
Peyzaj Mimarlığı Uygulamaları	Aydınlatma	Gosford Glow Path	Avustralya	7
		Van Gogh Path	Hollanda	
		Starpath	İngiltere	
		Glow in the Dark Skatepark	Fransa	
		Phosphorescent Swimming Pool	Fransa	
		Without Earth Under Foot	İngiltere	
		Glow in The Dark Cement	Meksika	
	Güvenlik	Lumilumi Balls	Amerika	4
		Smart Highway	Hollanda	
		Glow in The Dark Bike Paths	Polonya	
		Aviapolis Train Station	Finlandiya	
	Dekorasyon	'Unawareness' Wall Art	Romanya	5
		Glow Table	Amerika	
		Avatar Garden	İtalya	
		3D Bench	İtalya	
		Photoluminescent Sandwich Glass	İtalya	
Çok Amaçlı	Glow in The Dark - Swimming Pool	Amerika	3	
	Glow in The Dark Mosaic Tiles	Arjantin		
	University of Washington Medical Center	Amerika		

“Diğer Sektör Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler” ise 10 adettir (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2. Araştırma Evrenini Oluşturan Fotolüminesans Malzemenin Diğer Sektör Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler

	Uygulama Örneği	Ülke	Örnek Sayısı
Diğer Sektör Uygulamaları	Glowing Concrete Bathroom Vanity	Kanada	10
	Photoluminescent Glass Staircase	İtalya	
	Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’	İtalya	
	Lacrimae Lucis Mosaic	İtalya	
	Pavimenti in Resina Luminescente	İtalya	
	Glow Aggregates in a Concrete Sink	Kanada	
	Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf	İngiltere	
	Photoluminescent Lamp: LUKE	İtalya	
	Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket	İtalya	
	Glowing Helmet	İtalya	

Fotolüminesans uygulama örneklerinin seçiminde Dünyada öne çıkan proje ve firmalar tercih edilmiş, örnek sayısı mümkün olduğunca yüksek tutularak fotolüminesans malzemenin kullanım olanaklarının ne denli geniş olduğu ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Araştırma alanları, yapılış amaçlarına, projenin genel özelliklerine (ülke, yapım yılı, firma ve tasarımcı), fotolüminesans malzemenin teknik özelliklerine (şarj, ışımaya, ömür ve türü) göre değerlendirilmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen tüm uygulama örneklerine ilişkin bilgi ve belgeler, fotolüminesans malzemelerin kavramsal içeriği ile ilgili her türlü kitap, dergi, makale, bildiri, tez ve internet yoluyla elde edilen kaynaklar ile konuyla ilgili daha önce yapılmış bilimsel çalışmalar ve çeşitli görseller çalışmanın diğer materyalini oluşturmaktadır.

### 3.2. Yöntem

Araştırma yöntemi;

- Konunun tanımlanması,
- Veri toplama
- Bulgular ve analiz
- Değerlendirme, sonuç ve öneriler olmak üzere dört ana evreden oluşmaktadır (Şekil 3.1).

#### 3.2.1. Konunun tanımlanması

Bu evre, kavramsal çerçevenin oluşturulduğu aşama olup, konuyu anlamaya yönelik literatür çalışmalarını ve araştırmanın kurgulanması çalışmaları kapsamaktadır. Bu bağlamda, fotolüminesansla ilgili geniş yurtiçi ve yurtdışı literatür taraması yapılmış, çeşitli makale, dergi, tez, broşür vb. her türlü doküman incelenmiş, ilgili internet sayfaları taranmıştır.

#### 3.2.2. Veri toplama

Bu evre; araştırma alanına uygulanacak araştırma yönteminin ve bu yöntemde yararlanılacak değerlendirme kriterlerinin belirlendiği aşama olup, veri toplamaya yönelik bilgi – gözlem formlarının oluşturulması ile Türkiye ve dünyada yapılmış fotolüminesans uygulamalarının değerlendirilmesi çalışmalarını kapsamaktadır.

Araştırmada; bilgi – gözlem formları aracılığıyla değerlendirme yöntemi kullanılmıştır. Bilgi – gözlem formlarının hazırlanması aşamasında; Malkoç, E., 2002, Yurtsev, A.A.,2015 ve Yeşilbaş, S., 2014 referans alınmıştır.

Araştırma için oluşturulan bilgi – gözlem formu temelde 4 bölümden hazırlanmıştır. Birinci bölümde proje adı, bulunduğu ülke ve şehir, yapım yılı, projenin tasarımcı ve uygulayıcı firma isimleri ve bu projeye erişim sağlanabilecek web sitesi yer almaktadır. İkinci bölümde kullanılan fotolüminesansın şarj süresi, ışımaya süresi, türü ve ömrü gibi projeye ait teknik özellikler yer almaktadır. Üçüncü bölümde projeye ait farklı ek bilgilerin olduğu kısma yer verilmiştir Dördüncü bölümde ise, projeye ait görseller yer almaktadır (Çizelge 3.3).



Çizelge 3.3. Bilgi – gözlem formu örneği

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	
<b>Ülke / Şehir</b>	
<b>Yapım Yılı</b>	
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	
<b>Web Sitesi</b>	
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	
<b>Işıma Süresi</b>	
<b>Kullanılan Fotlüminesans Türü</b>	
<b>Fotlüminesans Ömrü</b>	
<b>Projeye ilişkin ek bilgiler</b>	
<b>PROJE GÖRSELİ</b>	

1. Bölüm

2. Bölüm

3. Bölüm

4. Bölüm

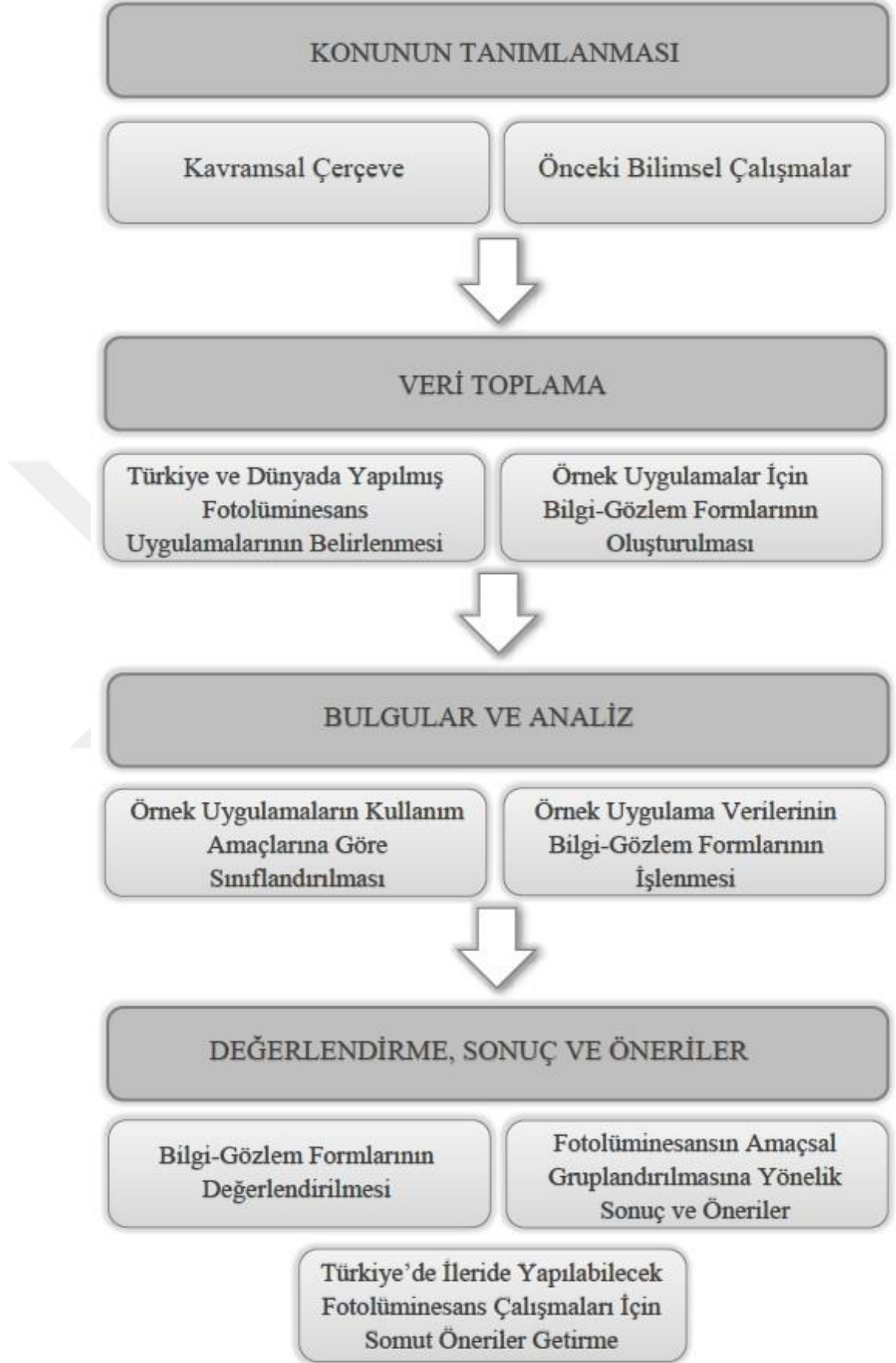
### 3.2.3. Bulgular ve analiz

Bu evre; toplanan verilerin işlendiği aşama olup, bilgi – gözlem formlarına işlenen verilerin analiz edilmesi, verilerin sınıflandırılması çalışmalarını kapsamaktadır.

### 3.2.4. Değerlendirme, sonuç ve öneriler

Bu evre, bulgular ve analiz aşamasında işlenen verilerin değerlendirildiği, sentezlendiği ve yorumlandığı aşama olup değerlendirme sonuçlarının somut önerilere dönüştürülmesi çalışmalarını kapsamaktadır.





Şekil 3.1. Yöntem akış diyagramı

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1. Fotolüminesans Malzemelerin Peyzaj Mimarlığı Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler

#### 4.1.1. Aydınlatma amaçlı kullanımı

##### 4.1.1.1. Gosford glow path (Gosford parlayan yaya yolu)

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına ilk örnek 'Gosford Glow Path' olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Gosford Glow Path Bilgi-Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Gosford Glow Path
Ülke / Şehir	Gosford, Avustralya
Yapım Yılı	2014
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	-
Web Sitesi	-
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	1-2 saat
Işıma Süresi	8-14 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Toz pigment
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 20 yıl

Yeni Güney Galler eyaletindeki kıyı kenti Avustralya'nın Gosford kentinde, Brooks Ave ve Manns Road arasındaki demiryolu hattı yanından geçen 400 metrelik karanlıkta parlayan bir yaya ve bisiklet yolu açılmıştır. Bu yol Avustralya'nın karanlıkta parlayan ilk yaya yolu olma özelliğini taşımaktadır. Bu yol agrega ile koyu mineral fosforlu çinko sülfiddeki doğal toksik olmayan parlamanın birleşiminden oluşmaktadır. Mineraller güneş ışınlarından gelen morötesi ışınları absorbe etmekte ve yol akşam boyunca yumuşak bir şekilde parlamaya sağlamaktadır. Yumuşak parlama, yayalara ve bisikletlilere rehberlik etmesine yardımcı olmakta ve yerel otobüs durağına, Narara Vadisi Lisesine,

Wyoming Alışveriş Merkezi'ne ve yakındaki parklara hizmet veren diğer patikalara olan bağlantıyı geliştirmektedir (Şekil 4.1).

Gosford, Wyoming'deki demiryolu hattı altındaki bir geçitte kurulan parlayan yolu, Robertson Federal Liberal MP Lucky Wicks ve Gosford Belediye Başkanı Lawrie McKinna birlikte açmışlardır. Wicks açılış konuşmasında bu projenin muhteşem bir girişim olduğunu dile getirmiştir. Ayrıca Avustralya Başbakan Yardımcısı ve Federal Altyapı ve Bölgesel Kalkınma Bakanı Warren Truss, karanlıkta parlama teknolojisinin geleneksel elektrikli ışıkları kurmaktan daha uygun maliyetli olduğunu, yolun hem yayalar hem bisikletçiler için daha güvenli hale getirmek üzere tasarlandığını, çevresindeki patika ve demir yolu ağına olan bağlantıyı artıracığını söylemiştir. Bu yaya yolu projesi, Gosford Geçiş Döngüsü Projesinin bir parçası olmaktadır. Ayrıca projenin Showground Road boyunca 720 m'lik bir yola kurulacağı ve inşaat sırasında demiryolu koridorunun etrafında bir servis yolu sağlayacağı belirtilmiştir.



Şekil 4.1. Gosford Glow Path ( The Daily Telegraph, 2014)

#### **4.1.1.2. Van Gogh path (Van Gogh yaya yolu)**

Fotoluminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına ikinci örnek Van Gogh Path olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Van Gogh Path Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Van Gogh Path
<b>Ülke / Şehir</b>	Nuenen, Eindhoven - Hollanda
<b>Yapım Yılı</b>	12.11.2014
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Daan Roosegaarde ve Heijmans
<b>Web Sitesi</b>	<a href="https://www.studioroosegaarde.net/">https://www.studioroosegaarde.net/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	-
<b>Işıma Süresi</b>	12 saat
<b>Kullanılan Fotoluminesans Türü</b>	Agrega
<b>Fotoluminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

Ressam Van Gogh 1883-1885 yıllarında Nuenen kasabasında yaşamaktaydı ve Hollandalı sanatçı Daan Roosegaarde, 2014 yılında Van Gogh'un ünlü tablosu Yıldızlı Gece'den esinlenerek Hollanda'nın Nuenen şehrinde 600 metrelik bir yol tasarlamıştır (Şekil 4.2).

Hollandalı tasarımcı Daan Roosegaarde'nin tasarladığı Van Gogh Bisiklet Yolunu diğer yollardan ayıran özellik ise güneş enerjisini depolayarak gece yolun aydınlanmasını sağlayan binlerce taştan oluşturulmuş olmasıdır. Fotoluminesans boya ile renkli taşlar, Van Gogh'un fırça vuruşlarının sarmallarını taklit eden desenlerle gömülmüştürler. Van Gogh'un ünlü Yıldızlı Gece tablosundan esinlenilerek yaratılan bisiklet yolu için tasarımcı "insanlar için tekniğin deneyimle bulunduğu özel bir mekan yaratmak istedim" demiştir. Yol, Van Gogh'un çalışmalarını teşvik etmek ve sanatçıyı ölümünün 125. yıldönümünde anmak için yapılan bir kampanyanın parçası olarak inşa edilmiştir. Vincent Van Gogh'un

eserlerinden esinlenerek, yenilik ve tasarım ile kültürel miras ve turizm birleştirilmektedir. Böylece romantik aydınlatmalı bir bisiklet yolculuğunda bu muhteşem yol büyük sanatçıyı hatırlatmakta ayrıca fosforlu agregalarla inşa edilmesiyle de gece geçitlerinde nereye gittiğinizi elektrik tüketimine ihtiyaç duymadan görmenizi sağlamaktadır.

Kamusal mekanda yenilikçi teknolojilerle sürdürülebilir çevrelerin yaratılmasına destek sağlayacak projeleriyle tanınan Roosegaarde, daha önce de karanlıkta parlayan akıllı otoyol projesine imza atmıştır. Tasarımcı Daan Roosegaarde ve Heijmans Altyapıları, yeni teknolojiler ve tasarımlar kullanarak sürdürülebilir ve akıllı yollar geliştirmektedir.



Şekil 4.2. Van Gogh Path (Roosegaarde, 2016)

#### **4.1.1.3. Starpath (yıldızlı vol)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına üçüncü örnek Starpath olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.3.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Starpath Bilgi-Gözlem Formu

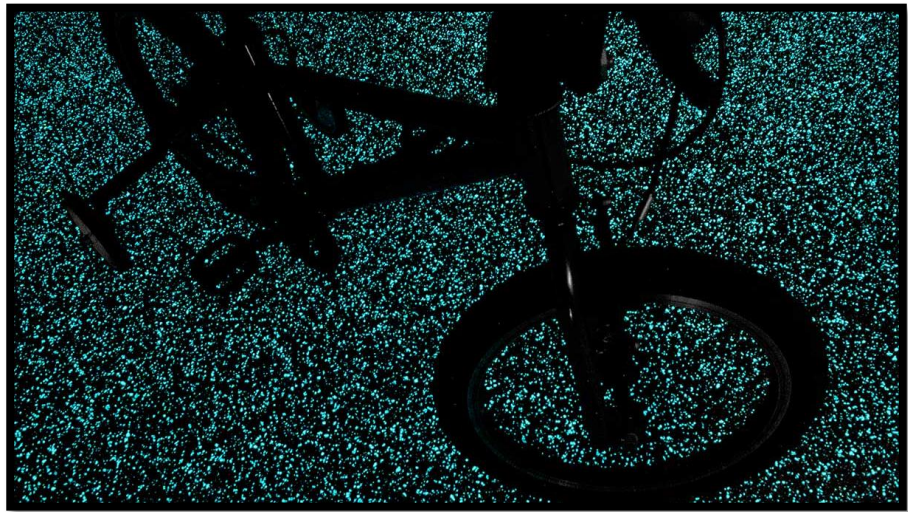
<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Starpath
<b>Ülke / Şehir</b>	Cambridge Christ's Pieces Park, İngiltere
<b>Yapım Yılı</b>	2013
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Hamish Scott / Pro-Teq Surfacing
<b>Web Sitesi</b>	www.pro-teqsurfacing.com
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	-
<b>Işıma Süresi</b>	10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Agrega
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	-

İngiliz şirketi Pro-Teq, gün boyunca UV ışığını emerek depolayan ve partikülleri çevredeki ışık koşullarına uyum sağlayarak geceleri serbest bırakan suya dayanıklı adını 'Starpath' olarak adlandırdığı spreylendirilmiş kaplama geliştirmiştir. Bu teknolojiyle, Cambridge'deki Christ'in Pieces parkında 150 metrelik bir alana bir test denemesi yapılmış ve geleneksel sokak aydınlatmasına uygun maliyetli bir alternatif olduğu kanıtlanmıştır. Şirkete göre, kaplama gün boyunca UV ışığını emerek depolamakta ve uygun yoğunluk seviyesiyle parlamaktadır. Pro-Teq satış müdürü Neil Blackmore, kaplamanın uygulanmasının sadece 30 dakika sürdüğünü, yüzeyin yalnızca dört saat sonra insanların kullanıma uygun hale geldiğini belirtmektedir. Starpath, fotolüminesans agrega karışımını ve bir reçine bağlayıcılığının birlikte püskürtülmesiyle uygulanmaktadır. Starpath asfalt, beton veya diğer uygun sert ve sağlam yüzeylere uygulanabilmektedir. Starpath elektrik üretmemekte ancak normal yaya yollarının kullanım ömrünün sonuna gelindiğinde



mevcut yüzeye püskürtülüp onu yalnızca bu sistemle geliştirip hem suya dayanıklı hem pratik ama dekoratif bir yüzey oluşturulabilmekte, çok düşük kurulum ve bakım maliyetleri ile sokak aydınlatmasına alternatif bir seçenek sunulmaktadır (Şekil 4.3).

Bu uygulamayla birlikte, belediyelerin harcadığı enerji faturalarını belirgin düzeyde azaltılması, çevresel anlamda son derece çekici olması, uygulama tekniğinin mevcut yüzeyde herhangi bir soyma gerektirmeden uygulanması, geceleri de yürüme yollarını kullananlara ışığıyla kılavuz olması, sürdürülebilir bir yüzey malzemesi olmasıyla da çevreci misyon taşıması, oldukça kısa uygulama süresiyle de çevreye en az şekilde rahatsızlık vermesi, dünyanın enerji tasarrufu yapmaya ihtiyacı olduğu bugünler için Starpath'ın kamusal aydınlatmalarda kullanılması maliyetleri düşürmesi ve ekstra olarak zamandan, maliyetten ve iş gücünden kazanç sağlaması amaçlandığı belirtilmiştir.



Şekil 4.3. Starpath (Nevana designs, 2016)

#### **4.1.1.4. Glow in the dark skatepark ‘OTRO’ (karanlıkta parlayan kaykay parkı ‘OTRO’)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına dördüncü örnek Glow in the Dark Skatepark ‘OTRO’ olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.4.’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Glow in the Dark Skatepark Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow in the Dark Skatepark ‘OTRO’
<b>Ülke / Şehir</b>	Vassiviere Adası, Fransa
<b>Yapım Yılı</b>	2012
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Koo Jeong A / L'escaut
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.escaut.org/">http://www.escaut.org/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	-
<b>Işıma Süresi</b>	12 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz Pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	-

Fransız mimarlık firması L'Escaut, sanatçı Koo Jeong A. ile birlikte işbirliği yaparak "Glow in the Dark Skatepark" ı hayata geçirmişlerdir. Bu kaykay parkı Fransa'nın Vassiviere adasında "OTRO" adı verilen 212 m<sup>2</sup>'lik alanda oluşturulmuştur. Alan farklı kaselerden oluşan kompozisyona sahip somut bir kaykay heykeli tasarımı olarak da adlandırılmaktadır. Kaykay yapan kişiler, gece kaykay pistlerini kullanmanın mümkün olmadığını sokak lambaları olsa bile sinir bozucu gölgeler ve kara noktalar oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu sorunu çözmek için sanatçı Koo Jeong-A, karanlık paten parkında ‘OTRO’ olarak adlandırılan dünyanın ilk parlayan kaykay parkını tasarlamıştır. Kaykay pisti yeşil ışımaya yapan fosforesans betondan inşa edilmiştir (Şekil 4.4).

Bu sayede Fransız patencilerin, milyonlarca ateşböceği birikim foton fırtınasına eşdeğer bir şekilde, günün her saatinde kaykay yapması mümkün olmuştur. Harika proje olarak adlandırılan alan 200 bin Euro'ya mal olsa da

dışarıdan ışık almadan gece nasıl paten yapıldığını bilmek ve farklı bir sanat eseri görmek isteyenler için cazip bir yer haline almıştır. Minimalist sanat tesisatlarıyla tanınan Koo Jeong A. 1990'lı yılların başından bu yana görünüşte sıradan fakat aynı zamanda son derece hassas ve düşünülmüş çeşitli eserler üretmiştir. Koo Jeong A, çoğu zaman nesnelere, hareketsiz ve hareketli görüntüleri, ses öğelerini ve ayrıca alanlara özgü ortamlardaki kokuyu içeren tasarımlar yapmıştır. Koreli sanatçı Koo Jeong A ayrıca İngiltere'nin de ilk fotoluminesans malzemeyle tasarlanmış paten parkının yapımına da Liverpool şehrinde başlamıştır.



Şekil 4.4. Otro (Koo Jeong A, 2014)

#### **4.1.1.5. Phosphorescent swimming pool (fosforesans yüzme havuzu)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına beşinci örnek “Phosphorescent Swimming Pool” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.5.’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Phosphorescent Swimming Pool Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Phosphorescent Swimming Pool
<b>Ülke / Şehir</b>	Fransa
<b>Yapım Yılı</b>	2009
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Atmosphere Piscines
<b>Web Sitesi</b>	-
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	Gün boyu
<b>Işıma Süresi</b>	12 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 10 yıl

Biyoluminesans planktonlarla dolu bir koyda yüzmek isteyenler için bir havuz şirketi bu fikri değerlendirmenin bir yolunu bulmuştur. Fransız merkezli Atmosfer Piscines firması gece enerji olmaksızın parlayan havuz yapmışlardır (Şekil 4.5).

Atmosphere Piscines fosforesanslı yüzme havuzunu aydınlatmak için elektrik gerekmemektedir. Güneşten alınan enerji gün içinde fosforesanslı jel kaplama ile kimyasal olarak depolanır, daha sonra gece ışık kaynağı olarak bırakılır ve yeterince parlama yaptığından dolayı akşam havuz ışıklarının kullanılmasına da gerek kalmamaktadır.

Aydınlatma, havuzun gece karanlığında parlıyor gibi görünmesini sağlayan fosforesans tekniğinden elde edilmiştir. Atmosphere Piscines tarafından havuzun yüzeyini kaplamak için fosforlu bir kaplama veya jel katıyla tasarlanan bu eşsiz fosforlu yüzme havuzu çevre dostudur.

Serbest bırakılan ışık, yüzücünün vizyonunu hiçbir şekilde engellememekte veya etkilememektedir. Fosforesanlı jel katman istenildiği gibi havuzun belirli yerlerinde, kenar veya merdiven basamağı gibi alanlarda da kullanılabilir.

Atmosphere Piscines'in yeni fosforesanlı yüzme havuzu, akşamları elektrik enerjisi tüketmeden yüzmeye imkan tanımaktadır. 21. yüzyılda fark edilen havuz aydınlatması için mümkün olması en enerji etkin yaklaşımdır.



Şekil 4.5. Phosphorescent Swimming Pool (Houseautomator, 2015)

#### **4.1.1.6. Without earth under foot (Samanyolu yava gecidi)**

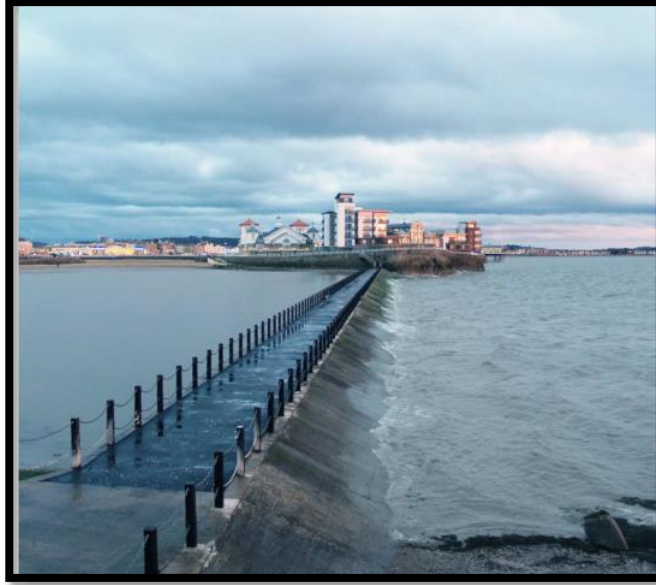
Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına altıncı örnek “Without Earth Under Foot” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.6.’de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Without Earth Under Foot Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Without Earth Under Foot
<b>Ülke / Şehir</b>	Weston-Super-Mare, Bristol, İngiltere
<b>Yapım Yılı</b>	2010
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Alessandro Tosetti - Lara Favaretto / Ambient Glow Technology
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.wondersofweston.org/">http://www.wondersofweston.org/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	Minimum 10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Agrega
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

Mevcut var olan yaya barajı yeni bir mavi parlak zemin ile yeniden kaplanmıştır. Deniz ile Marine Gölünü ayıran bu yaya yoluna deniz dalgalı olduğu zamanlarda deniz suyunun elektrik direklerine zarar vermesinden dolayı aydınlatma sorunu yaşandığı belirtilmiştir. Bu yenilemeyle birlikte bu soruna çözüm getirildiği ve Weston-Süper-Mare (Kuzey Somerset Konseyi) belediyesi için bir dizi kentsel yeniden geliştirme projesinin parçası olduğu belirtilmiştir.

Ayrıca bu proje, Weston-super-Mare için, Lara Favaretto, Stüdyo Mimar Alessandro Tosetti ile birlikte, deniz gölü için dikkat çekici ve farklı bir yeni manzara üretmeyi amaçlamıştır. Sanatçı, Marine gölünden denizi parçalayan geçit boyunca enerjinin bir madde tarafından absorbe edildiği ve zamanla lüminesans bir ışımaya şeklinde yavaş yavaş serbest bırakıldığı genellikle doğal olarak oluşan fotolüminesans agregalarla birlikte takım yıldızı ya da samanyolu hissi yaratmıştır (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Without Earth Under Foot (Alessandro, 2010)

#### **4.1.1.7. Glow in the dark cement (karanlıkta parlayan çimento)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında aydınlatma amaçlı olarak kullanımına yedinci örnek “Glow in The Dark Cement” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.7.’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Glow in The Dark Cement Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow in The Dark Cement
<b>Ülke / Şehir</b>	Meksika
<b>Yapım Yılı</b>	2016
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Jose Carlos Rubio / San Nicolás Üniversitesi
<b>Web Sitesi</b>	-
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	12 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Çimento
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	100 yıl

Meksika'nın San Nicolas Hidalgo Üniversitesi'nden bir bilim adamı olan Dr. José Carlos Rubio tarafından, elektrik kullanmadan karayolları, bisiklet yolları, yürüyüş yolları veya binaları aydınlatabilecek karanlıkta parlayan yeni bir çimento tasarlanmıştır. Dr. Rubio'nun 9 yıllık araştırma sürecinde en önemli ve ana sorunun, geleneksel normal çimentonun ışığı geçirmeyen ve depolayamayan yani fotolüminesansı bloke eden opak yapısı olduğu belirtilmiştir. Sıradan çimentoya su eklendiği zaman, toz malzeme önce çözülmeye daha sonra da jelleşmeye başlamakta ve yan ürün olarak da ortaya kristal pulları çıkmaktadır. Dr. Rubio dokuz yıllık çalışmanın sonunda, yeni bir üretimle çimentonun mikro yapısını değiştirerek normal üretim sürecinde ortaya çıkan opak kristal yan ürünlerini ortadan kaldırmıştır. Bunun sonucunda çimentonun içindeki fotolüminesansın özelliklerinin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.7).

Rubio'nun geliştirdiği betonun karanlıkta parlama özelliğinin en az 100 yıl süreceği tahmin edilmektedir. Ayrıca şu anda sadece mavi ya da yeşil renkte



parlayan çimento üretilmekte ve bu çimento karanlıkta ışık kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra 12 saat boyunca parlamaktadır. Benzer çalışmalar beton dışında alçı ve diğer inşaat malzemeleri ile de yapılabilmektedir. Çimentonun yalnızca karanlığı aydınlatmakla kalmadığı, aynı zamanda tüm süreçlerde çevre dostu olduğu da bildirilmektedir. Üreticiler, karmaşık yapısı nedeniyle karanlıkta parlayan çimentonun, normal çimentodan beş kat daha pahalıya mal olacağını belirtmektedirler. Ancak ürün yaygınlaşırsa geceleri ışık yayan beton yollar, binalar yapılabilecek ve kentlerin aydınlatma maliyetinin de azaltılabileceği ifade edilmektedir.



Şekil 4.7. Glow in The Dark Cement (Curbed, 2017)

#### 4.1.2. Güvenlik amaçlı kullanımı

##### 4.1.2.1. Lumi Lumi balls (Lumi Lumi topları)

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında güvenlik amaçlı olarak kullanımına ilk örnek “Lumi Lumi Balls” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.8.’de verilmiştir.

Çizelge 4.8. Lumi Lumi Balls Bilgi – Gözlem Formu

Genel Özellikler	
<b>Proje Adı</b>	Lumi Lumi Balls
<b>Ülke / Şehir</b>	Kaliforniya, Amerika
<b>Yapım Yılı</b>	2015
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Tom Ralston / Ambient Glow Technology
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.lumilumiballs.com">http://www.lumilumiballs.com</a>
Teknik Özellikler	
<b>Şarj Süresi</b>	10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	Maksimum 10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz Pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

Beton şirketinin de sahibi Tom Ralston tarafından, çevre dostu yeşil çimentoyu fotolüminesans kumla birlikte kullanarak hafif beton topları yapma fikri üretilmiştir. Ürün ilk olarak, 30 metrelik karanlık parkur olan Chatam evi ve bu evin otoparkı arasındaki mesafede kullanılmıştır. Topların bu patikada kullanılması fikri ise, Chatham evinin dağda oluşu ve evdeki elektriğin sadece güneş panelleriyle sağlanması ve bu panellerin yalnızca iç mekanda kullanılabilecek sınırlı elektrik üretmesinden dolayı ortaya çıktığı belirtilmiştir. Bu ev ile otopark arasındaki patika yolun aydınlatılmadığı ve karanlık kaldığı, insanların bu yol üzerinde bulunan ağaçlar, çalılar ya da zehirli meşe bitkilerine takılma ve çarpma gibi ihtimallerinin bulunduğu belirlenmiştir. Topların patika yol hattı boyunca yerleştirilmesiyle ziyaretçilerin ve misafirlerin artık patikayı kolaylıkla ve güvenle geçebildiği belirtilmiştir. Bu topları gören herkes parlaklıklarından ve işlevselliğinden

etkilenmektedir. Bu patikanın hat çizgileri şimdi Lumi Lumi toplar sayesinde yol gösterici ve yol bulma aracı olmaktadır (Şekil 4.8).

Tüm topların Tom Ralston Beton'daki çalışanlar tarafından elle üretildiği belirtilmiştir. Topların yapımında kullanılan çimento, Karbon Dioksit'i Kalsiyum Karbonat'a dönüştüren yeşil bir teknolojiyi kullanmakta ve her top farklı şekil ve boyutlarda üretilmektedir. Topların çapları 10 cm ile 30 cm arasında değişmektedir. Bazıları çardak veya ağaç dallarına asılabilmekte ve bazıları da kolayca dengeli olan paslanmaz çelik saplarla tutturularak ayakta duran uyarı ışıkları olarak da kullanılabilirler. Lumi Lumi Topları, bahçe yolları için veya bahçe süslemeleri için kullanılabilirler.



Şekil 4.8. Lumi Lumi Balls ( Lumi Lumi Balls, 2015)

#### **4.1.2.2. Smart highway (akıllı otoyol)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında güvenlik amaçlı olarak kullanımına ikinci örnek “Smart Highway” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.9.’da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Smart Highway Bilgi – Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Smart Highway
<b>Ülke / Şehir</b>	N329 Otoyolu, Oss, Hollanda
<b>Yapım Yılı</b>	2013
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Studio Rosegaarde ve Heijmans
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.studioroosegaarde.net/">www.studioroosegaarde.net/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz Pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

Sanatçı ve tasarımcı Daan Roosegaarde ve Heijmans inşaat şirketinin özel olarak geliştirdiği boya ile 500 metresi boyanan otoyoldaki çizgiler, gündüz güneş enerjisini depolayıp gece bu ışığı 10 saate kadar yeşil bir ışımaya verebilme özelliğine sahiptir. Işık emici parlak yol boyası, özellikle yol aydınlatması olmayan kırsal alanlarda yolları daha etkileşimli, çevreye dost ve güvenli hale getirmek isteyen Roosegaarde’nin ödüllü "Akıllı Yol" konseptinin bir parçası olarak geliştirilmiştir. Bu ışığı karanlıkta yansıtarak parlatan şerit ve yol çizgilerinin asıl amacı, gece yolculuk yapanların sürüşlerini kolaylaştırmak, sürücülerin daha net bir şekilde parlayan yol çizgilerini görerek daha güvenli bir şekilde yolculuk yapmasını sağlamak olduğu belirtilmiştir. Trafik kazalarının azaltılması ve enerji tasarrufu sağlanması da projenin diğer amaçları arasında gösterilmektedir (Şekil 4.9).

Son zamanlarda üretken Hollandalı tasarımcı Daan Roosegaarde ve inşaat mühendisliği şirketi Heijmans, Hollanda'da dünyadaki ilk karanlıkta parlayan otoyolunu yapmış olma ayrıcalığını taşımaktadırlar. Roosegaarde'ın tasarladığı ancak projenin henüz uygulanmayan diğer özellikleri ise, hava olaylarına ve sıcaklığına duyarlı uyarı boya ile trafik sistemleri, sürücü yaklaştıkça aydınlanan ve uzaklaştıkça sönmülenen yol kenarı aydınlatması ve son olarak elektrikli araçları seyir halindeyken rüzgar enerjisi ile şarj edebilecek özel trafik şerididir. Akıllı yol sistemi uygulanmadan önce Heijman'ın laboratuvarında ve dış test alanlarında birçok kez test edildiği belirtilmiştir.



Şekil 4.9. Smart Highway (Studiosroosegaarde, 2015)

#### **4.1.2.3. Glow in the dark bike paths (karanlıkta parlavan bisiklet yolu)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında güvenlik amaçlı olarak kullanımına üçüncü örnek “Glow in The Dark Bike Paths” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.10.’da verilmiştir.

Çizelge 4.10. Glow in The Dark Bike Paths Bilgi – Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow in The Dark Bike Paths
<b>Ülke / Şehir</b>	Lidzbark Warminski, Polonya
<b>Yapım Yılı</b>	2014
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	TPA Instytut Badan Technicznych Sp / Strabag
<b>Web Sitesi</b>	-
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz Pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

Polonya'nın kuzeyinde Lidzbark Warminski kentinde, geceleri mavi ışık veren 100 metrelik bir lüminesansla aydınlanan bisiklet yolu yapılmıştır. Yolda, güneş ışığından gelen enerjiyi gün boyunca depolayan ve sonra 10 saate kadar ışık verebilen sentetik bir malzeme kullanılmıştır. Bu yolun yapımında Studio Roosegaarde'nin Hollanda'daki ‘Starry Night’ bisiklet şeridinden esinlenildiği ancak bu projedeki teknolojinin biraz daha farklı olduğu belirtilmiştir.

Bisiklet yolu 2 metre genişliğinde ve 100 metre uzunluğundadır. Ayrıca yolun yaklaşık maliyetinin 31.000 dolar olduğu ifade edilmiştir. Yol, güneş ışığından şarj edildikten sonra ışığı yayan sentetik bir madde olan luminoforlarla aydınlanmaktadır. Luminofor parçacıkları asfalt ile karıştırarak güneş ışığı saklamayı başarmaktadır. Bunlar parlavan etki yaratmak için fosforun kimyasal özelliklerini kullanmaktadırlar (Şekil 4.10).

Doğayla değişen ilişkimizi araştıran bir doğa örgütü olan "Next Nature Network", luminoforların çeşitli renkler yayabileceğini ancak bu projede tasarımcılar çevredeki peyzaja en uygun mavi rengin olduğunu düşünerek yolda bu rengi kullandıklarını belirtmişlerdir. Benzersiz özelliklerinin, ek bir güce ihtiyaç duymaması, tamamen kendine yeterli, ekolojik ve en önemlisi bisikletçilerin güvenliğini arttırmak olduğu belirtilmektedir.

Yoldaki parlamamanın bölgenin güzel doğası, gölleri, küçük tepeleri ve kırları güzel tamamlayacağı ifade edilmiştir. Olsztyn Bölgesel Yollar Komitesi direktörü Waldemar Krinkowski, ışıklı bisiklet yolunun, gece bisiklet kullanan insanların güvenliğini artırmak için yapıldığını böylece Polonya'da özellikle şehirlerden uzakta, gece daha koyu ve daha görünmez olan sorunlu bölgelerde parlayan bisiklet yolunun, gece kazaların önlenmesine yardımcı olacağını umduğunu söylemiştir.



Şekil 4.10. Glow in The Dark Bike Paths (GazetaWyborcza, 2017 ).

#### **4.1.2.4. Aviapolis train station (Aviapolis tren istasyonu)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında güvenlik amaçlı olarak kullanımına dördüncü örnek olup “Aviapolis Train Station” genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.11.’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Aviapolis Tren İstasyonu Bilgi – Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Aviapolis Train Station
<b>Ülke / Şehir</b>	Vantaa, Finlandiya
<b>Yapım Yılı</b>	2012
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Jorma Parkkari / Glowway
<b>Web Sitesi</b>	www.glowway.com
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	2 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Sarı uyarı karoları, cam çubuklar ve cam düğmeler
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 20 yıl

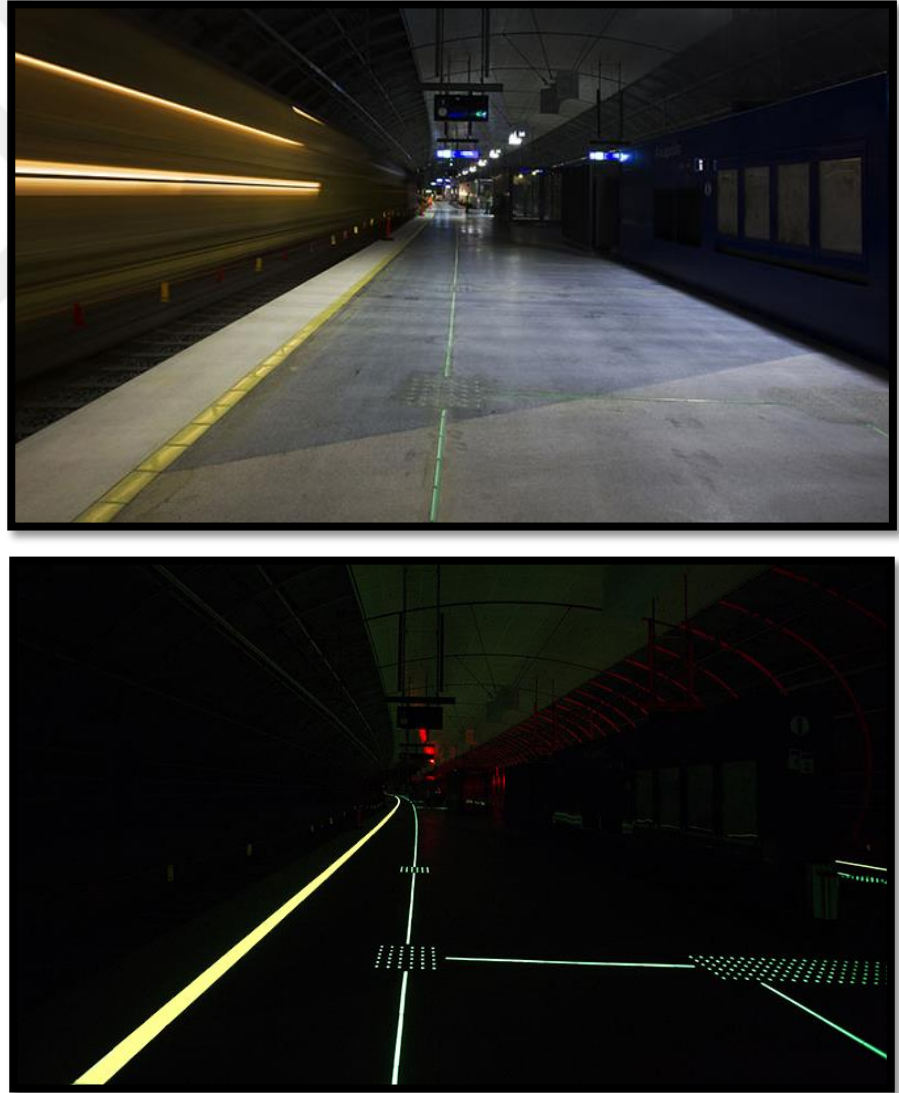
Helsinki-Vantaa havaalanı arasındaki demiryolu hattının 5 istasyonundan biri Aviapolis’tir. Bazı zamanlarda bu demir yolu hattındaki trende 600-1000 arası yolcu olabilmekte bu yüzden bu hattaki istasyonlar, insanların güvenli bir şekilde hareket edebilecekleri geniş alanlar olarak tasarlanmıştır. Bu istasyonda yolcuların acil durumlarda daha dikkatli hareket etmeleri için tahliye sırasında onlara kılavuzluk edecek işaretlere ihtiyaç duymaktadırlar. Bu sebep göz önüne alınarak Aviapolis tren istasyonu fotolüminesans içeren 3 farklı Glowway erişilebilirlik ve uyarı fayans ürünleriyle donatılmıştır (Şekil 4.11).

Birinci ürün olan fotolüminesans yeşil cam çubuklar, 5 mm yükseltilmiş deseni sayesinde görme engelli kişileri ve büyük renk kontrastı sayesinde de tüm yolcuları acil durumlarda çıkış yoluna yönlendirerek erişilebilirliği sağlamaktadır. İkinci kullanılan ürün, merdivenleri uyararak ve görme engelli kişileri metro kapılarına yönlendirmek için 5 mm yükseltilmiş fotolüminesans cam düğmelerdir.



Üçüncü ürün ise, istasyonun platform kenarı için döşenen 300x150x10 mm ebatlarında, yüzeyi kaygan olmayan ve sarı renkli fotolüminesans uyarı fayanslarıdır. Bu fayanslar karanlıkta rayların kenarında sarı renkte parlayarak insanları tren raylarına düşme tehlikesine karşı uyarmaktadır.

Aviapolis tren istasyonu, AB standartlarına uygun olarak ve acil durum aydınlatmasıyla inşa edilen dünyanın ilk tren istasyonu olma özelliğini taşımaktadır. Bu yenilik, cam sanatçısı ve şirketin geliştirme müdürü Jorma Parkkari tarafından icat edilmiş ve patenti alınmıştır. Şirketin fotolüminesans güvenlik işaretlerini kullandıkları diğer başlıca projeler; Kulosaari, Siilitie ve Vuosaarimetro istasyonları, Helsinki Müzik Merkezi, Pirkkala ana kütüphanesi, Revontuli alışveriş merkezidir.



Şekil 4.11. Aviapolis Train Station (Glowway, 2012).

### 4.1.3. Dekorasyon amaçlı kullanımı

#### 4.1.3.1 “Unawareness” wall art (duvar sanatı: “gaflet”)

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında dekorasyon amaçlı olarak kullanımına ilk örnek “Unawareness” Wall Art olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.12.’de verilmiştir.

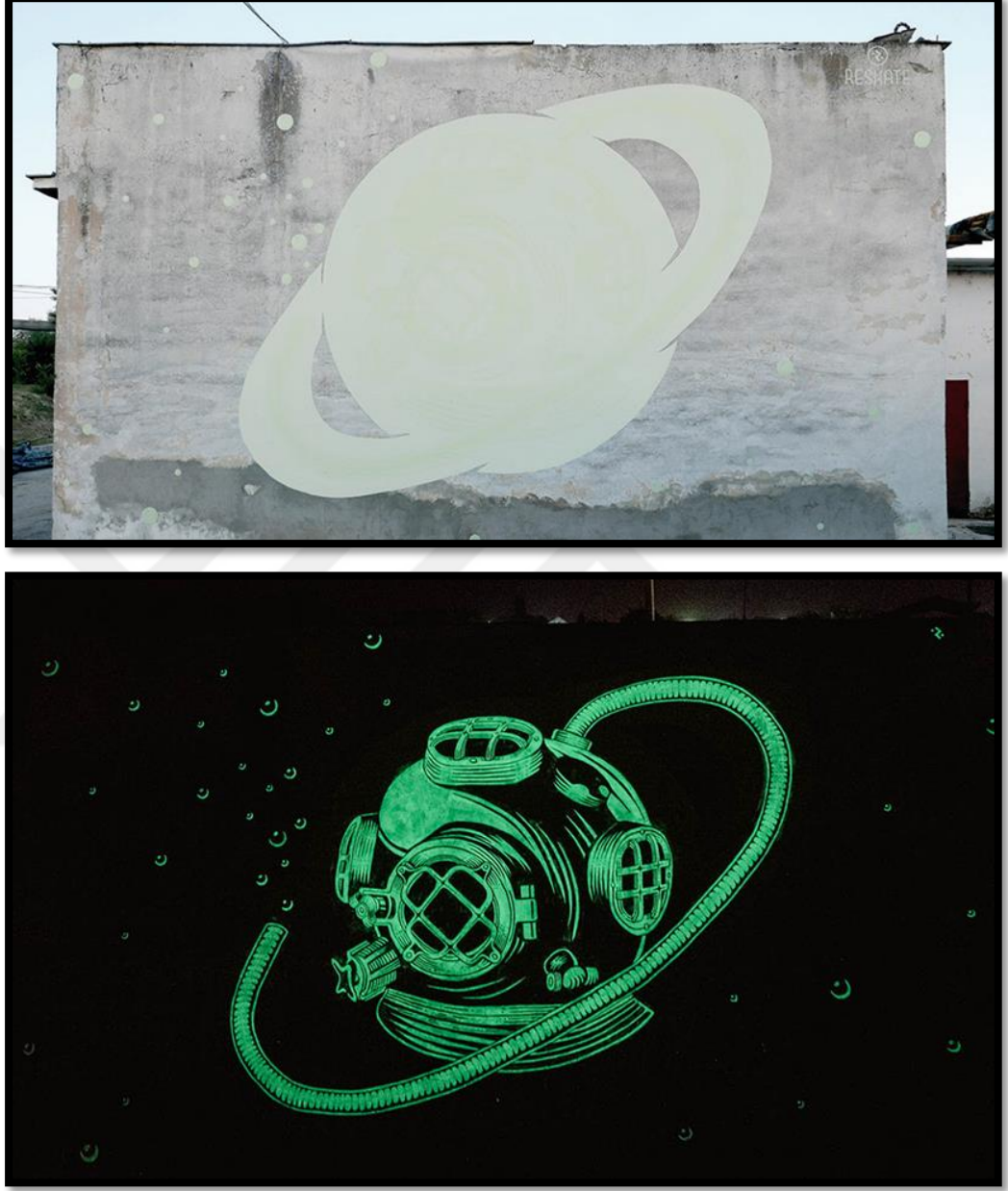
Çizelge 4.12. “Unawareness” Wall Art Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	“Unawareness” Wall Art
Ülke / Şehir	Romanya
Yapım Yılı	2016
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Reskate Art and Crafts Studio
Web Sitesi	<a href="http://www.reskatestudio.com/">http://www.reskatestudio.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	2 dakika
Işıma Süresi	12 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Boya
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 20 yıl

İspanyol sokak sanatları topluluğu Reskate, son on iki yıldır duvar sanatları icra etmekte olup son yıllarda da bu sanatı fotolüminesans boya ile birleştirerek duvarların gücünü bir adım daha ileri götürmüşlerdir. Özellikle İspanya ve Romanya’da oldukça etkileyici ve büyük ölçekli çalışmalar yapmışlardır.

Romanya’da yapılan ‘unawareness’ adlı çalışma, derin deniz araştırmalarıyla ilgili bilimsel çalışmaların, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya arasındaki uzay yarışının başlaması sebebiyle yavaşlmasını vurgulamaktadır. Türkçe ‘gaflet’ olarak çevirebileceğimiz bu projede gündüz bir gezegen iken akşam karanlıkta dalış kaskına dönüşen resim, sokak sanatının düşündürücü mesajlar verme amacını fazlasıyla karşılamaktadır (Şekil 4.12).

Karanlıkta parlayan boya kullanarak oluşturulan bu duvar resmi, gece gündüz farklı görüntüler göstererek, izleyicilere sürpriz ve şaşkınlık uyandırmanın yanı sıra resimlerdeki derin anlamları da keşfetmelerini sağlamaktadır.



Şekil 4.12. 'Unawareness' Wall Art (Reskate Art and Craft Studio, 2016 ).

#### **4.1.3.2. Glow table (parlayan masa)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında dekorasyon amaçlı olarak kullanımına ikinci örnek “Glow Table” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.13.’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Glow Table Bilgi - Gözlem Formu

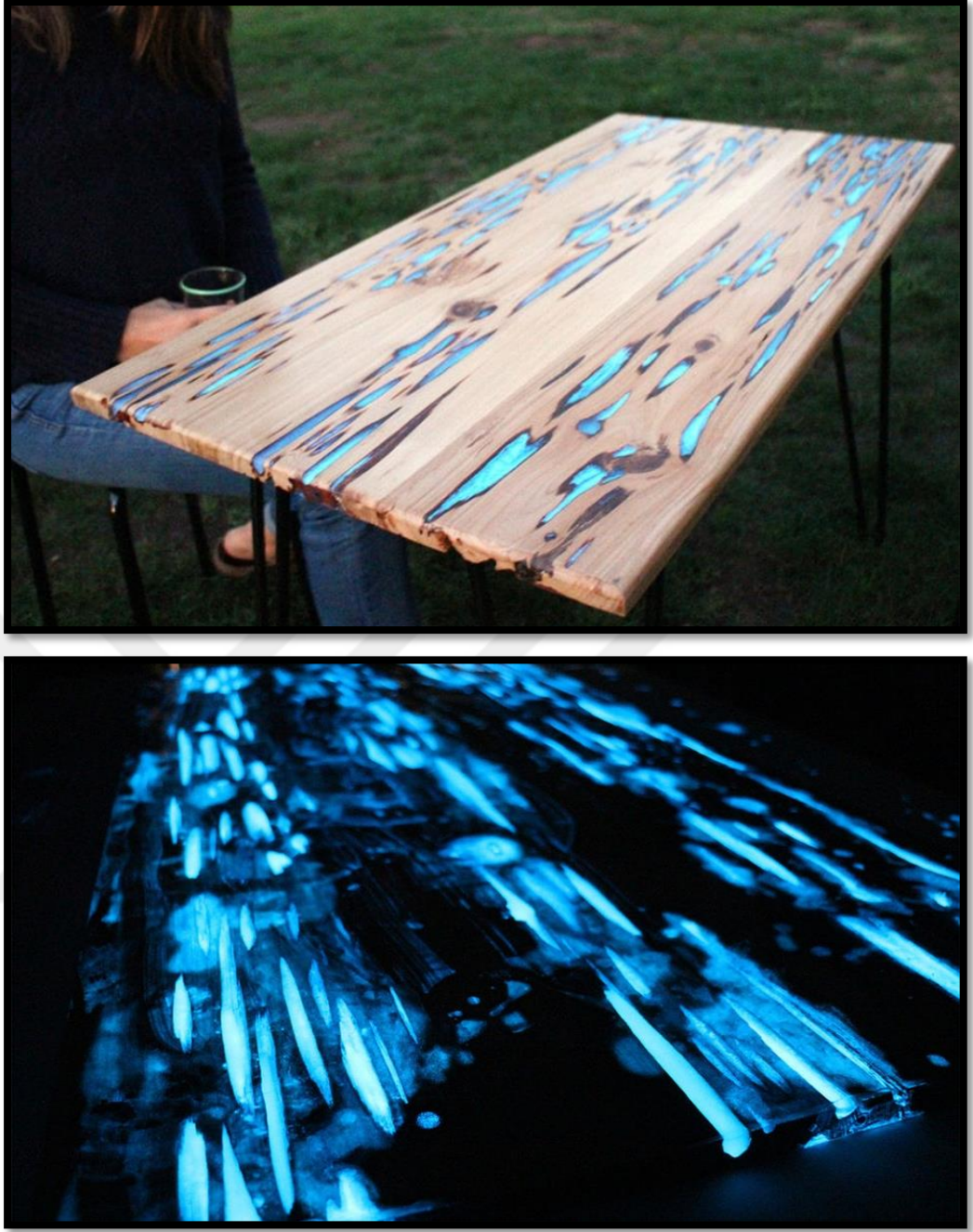
<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow Table
<b>Ülke / Şehir</b>	Kaliforniya / Amerika
<b>Yapım Yılı</b>	2014
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Mike Warren / Technoglow
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://michaelsaurus.com/">http://michaelsaurus.com/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	1 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz Pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	20 yıl

Mike Warren, oyuklu servilerin deliklerini reçineli fotolüminesans toz karışımla doldurarak yeni bir tasarım ortaya çıkarmıştır (Şekil 4.13).

Bu reçineli karışım ahşabı her türlü etkene karşı korumakla kalmamakta ayrıca oyuklu servi kerestelerinin delikleriyle istenmeyen bir görüntü oluşturmasının da önüne geçmektedir.

Bu karışım çevre dostu olmakla birlikte tehlikeli veya radyoaktif değildir. Çözünür ağır metal içermemektedir.

Tam olarak şarj edildiğinde, bu toz 1 dakika sonra 1100 mcd / m<sup>2</sup>'de yanmakta, 1 saat sonra 24 mcd / m<sup>2</sup>'ye düşmektedir.



Şekil 4.13. Glow Table (Instructables, 2016).

#### **4.1.3.3. Avatar garden (Avatar bahçe)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında dekorasyon amaçlı olarak kullanımına üçüncü örnek “Avatar Garden” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.14.’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. Avatar Garden Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Avatar Garden
<b>Ülke / Şehir</b>	İtalya
<b>Yapım Yılı</b>	2015
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Bettazzi Percoco / Lucedentro
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	5-10 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	20 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 10 yıl

Avatar bahçe ürün tasarımı 3 farklı birleşenden oluşmaktadır. İlk birleşeni, iki farklı renkte yapılan fotolüminesans toz ve reçine birleşiminin lazerle kesilerek işlenmesiyle oluşan akrilik cam kelebekleridir. İkinci birleşeni cam kelebeklerin en üst katmanda olmasını sağlayan galvanizli çelik gövdeler oluşturmaktadır. Cam kelebekler galvanizli çelik gövdelerle tutturularak en alt kısımda bulunan ve üçüncü birleşenler olan 3 adet beyaz ve 3 adet mor led aydınlatmalarla birleştirilmekte ve istenilen tasarım ortaya çıkmaktadır (Şekil 4.14).

Müşterilerin estetik açıdan görsel gereksinimlerini karşılamak hem de kurulum alanının elektrik gereksinimlerini karşılamak için kelebekler birden fazla teknik konfigürasyona sahip olarak dizayn edilmiştir.

En performanslı yapılandırmada, ev şebekesinden şarj edilebilen ve uzaktan kumandalı, pille çalışan 9 kelebek birimi bulunmakta ve ürün yüksekliği de 100 cm olarak belirtilmektedir.



Şekil 4.14. Avatar Garden (Lucedentro, 2014 )

#### **4.1.3.4. 3D bench (3 boyutlu parl原因 bank)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında dekorasyon amaçlı olarak kullanımına dördüncü örnek “3D Bench” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.15.’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. 3D Bench Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	3D Bench
<b>Ülke / Şehir</b>	İtalya
<b>Yapım Yılı</b>	2015
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Lucedentro / Desamanera
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.desamanera.com/">http://www.desamanera.com/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	5 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	20 yıl

İnşaat alanında çeşitli projeler yapan Antonino Italiano, gelişen dünyayla birlikte yeni ve benzersiz çalışmalar ortaya koyması gerektiği fikriyle araştırmalarına başlamıştır. Bu süreçte 3 boyutlu yazıcı teknolojisi ilgisini çekmiş ve D-shape 3 boyutlu yazıcı firmasıyla temasa geçmiştir. Bu temas sonucunda D-shape yazıcısının üreticileriyle birlikte bir yıl boyunca ürün geliştirme konusunda çalışmalar yapmışlar ve 2014 yılında Desamanera şirketini kurarak üretime geçmişlerdir.

Bu yazıcıyla birçok ürün ürettikten sonra bu duruma da yeni bir yaklaşım eklemek açısından fotolüminesans kullanmaya karar verdikleri ifade edilmektedir. Bu bağlamda da, fotolüminesans toz pigmentler üreten Lucedentro ve 3 boyutlu yazıcıyla endüstriyel ürünler üreten Desamanera firmalarının ortak projesiyle 3 boyutlu parl原因 bank tasarlayarak üretimini gerçekleştirmişlerdir (Şekil 4.15).



Firmanın deneyim ve malzeme bilgisinin, bu teknolojiyi kullanan hiçbir firma da olmadığı ve bu tecrübeyle 3 boyutlu baskı da mermer tozu ve fotolüminesans pigment bir arada kullanılmasıyla 3 boyutlu bank üretildiği belirtilmiştir. Desamanera firmasının bu bank örneği için kullandığı 3 boyutlu yazıcının ölçülerinin 3 x 3 x 3 metre olduğu belirtilmiştir. Baskı hacminin ise 9 metreküp olduğu ifade edilmiştir. Dış mekan için benzersiz bir tasarım parçası olduğu ve karanlıkta gece boyunca parlaklık veren tasarım kendisini otomatik olarak güneş ışığı veya yapay ışık ile şarj etme yeteneği sayesinde büyüleyici bir etki yarattığı da belirtilmektedir.



Şekil 4.15. 3D Bench (Desamanera, 2017).

#### **4.1.3.5. Photoluminescent sandwich glass (fotolüminesans sandviç cam)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında dekorasyon amaçlı olarak kullanımına beşinci örnek “Photoluminescent Sandwich Glass” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.16.’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Photoluminescent Sandwich Glass Bilgi - Gözlem Formu

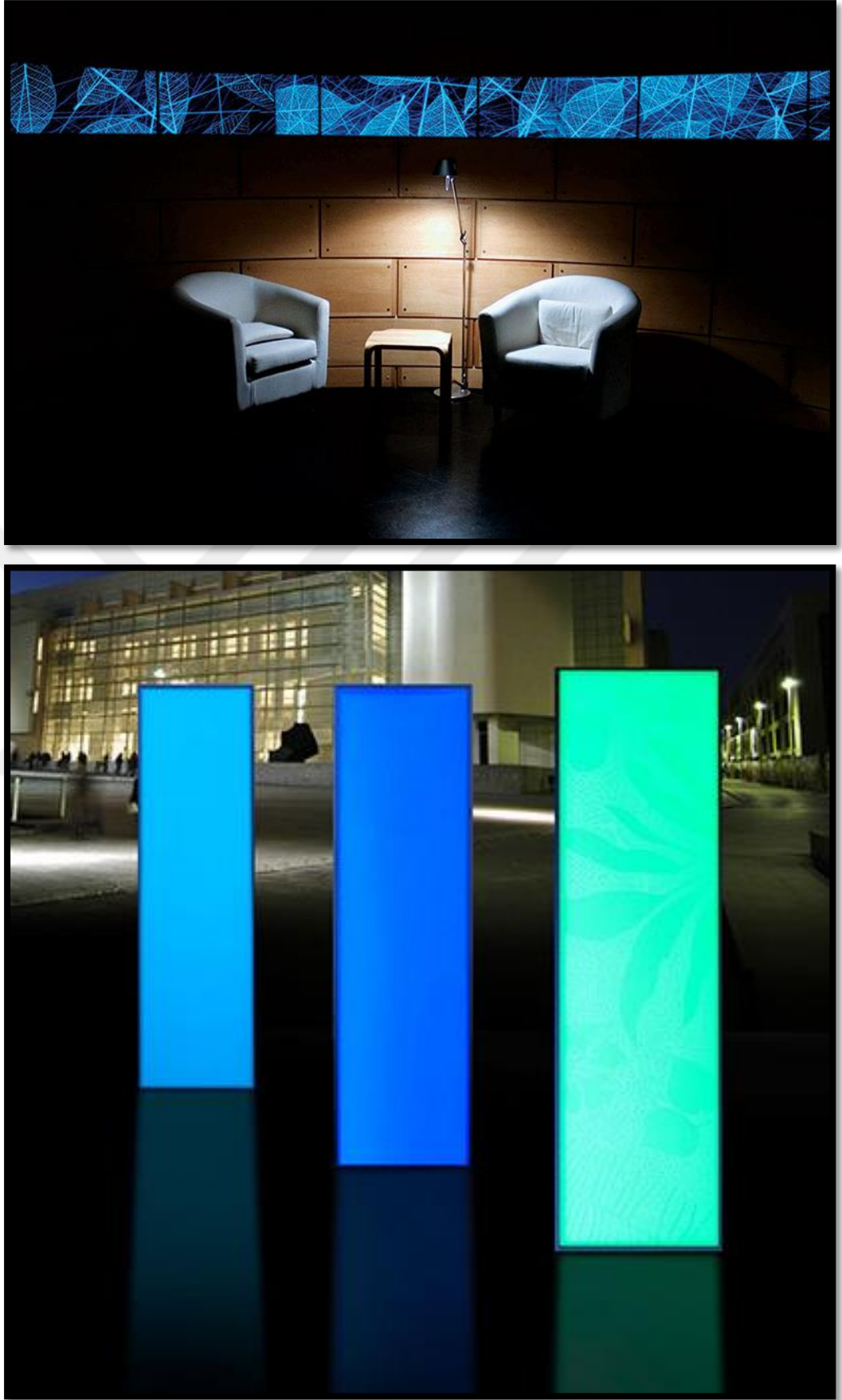
<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Photoluminescent Sandwich Glass
<b>Ülke/Şehir</b>	İtalya
<b>Yapım Yılı</b>	2014
<b>Tasarımcı/Uygulayıcı Firma</b>	Lucentro
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.lucentro.com/">http://www.lucentro.com/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	5 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	20 yıl

Örneklerde, sandviç cam arasında kullanılan fotolüminesans pigmentlerle yapılmış farklı dekoratif uygulamaları gösterilmiştir (Şekil 4.16).

İlk örnekte tek renkli cam sandviç panel üzerine desen uygulanmış ve iç mekan için farklı bir tasarım olmuştur. İkinci örnekte ise dış mekanda 3 farklı renkte cam obje aydınlatma elemanı olarak kullanılmıştır.

Bu örneklerle birlikte fotolüminesans sandviç camın hem iç hem de dış mekan kullanımları için uygun olduğu, bu özelliklerin yanında güvenilir ve pratik olarak tükenmez bir ışık kaynağı olduğu da belirtilmektedir.

Sandviç cam, farklı dekoratif uygulamalarla işlem görmüş, fotolüminesans pigmentler müşterinin talebine göre farklı renklerde de üretilmektedir.



Şekil 4.16. Photoluminescent Sandwich Glass (Lucedentro, 2016a)

#### 4.1.4. Çok amaçlı olarak kullanımı

##### **4.1.4.1. Glow in the dark–swimming pool (karanlıkta parlayan yüzme havuzu)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında çok amaçlı olarak kullanımına ilk örnek “Glow in The Dark – Swimming Pool” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.17.’da verilmiştir.

Çizelge 4.17. Glow in The Dark – Swimming Pool Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow in The Dark – Swimming Pool
<b>Ülke/Şehir</b>	Turks ve Caicos Adaları, Amerika
<b>Yapım Yılı</b>	2014
<b>Tasarımcı/Uygulayıcı Firma</b>	Forever pools
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.foreverpools.com/">http://www.foreverpools.com/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	5 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	6 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Cam mozaik
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 15 yıl

‘The Somerset On Grace Bay’ otel için tasarlanmış olan bu havuz fotolüminesans mavi yanardöner cam mozaiklerle yapılmıştır (Şekil 4.17).

Miami’de yüzme havuz restorasyonu yapan şirket tarafından bu otelde yapılan havuz tadilatı projesinin tamamlanmasının ardından çevre dostu %100 geri dönüştürülmüş camdan imal edilen, gündüz güneş ışığını emen mozaik camlar geceleri yumuşak bir ışık yaymaktadır.

138 metre uzunluğundaki havuz, özellikle havuz kenarlarında güvenlik amaçlı aynı zamanda da havuz içinde görsel etki ve aydınlatma sağlaması için özel olarak tasarlanmıştır. Gece fayansların karanlıkta parlamasından dolayı gezinti için ideal romantik bir ortam yarattığı da ifade edilmektedir.

Bazı durumlarda yalnızca otel misafirleri için değil aynı zamanda yakındaki diğer otellerden gelen komşular ve turistler için de turist çekiciliğini arttırdığı da belirtilmektedir.



Şekil 4.17. Glow in The Dark – Swimming Pool ( Forever Pool, 2017).

#### **4.1.4.2. Glow in the dark mosaic tiles (karanlıkta parlayan mozaik karolar)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında çok amaçlı olarak kullanımına ikinci örnek Glow in The Dark Mosaic Tiles olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.18.'de verilmiştir.

Çizelge 4.18. Glow İn The Dark Mosaic Tiles Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	Glow in the dark mosaic tiles
<b>Ülke/Şehir</b>	Santa Fe, Arjantin
<b>Yapım Yılı</b>	2012
<b>Tasarımcı/Uygulayıcı Firma</b>	Vidrepur
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.vidrepur.us/">http://www.vidrepur.us/</a>
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	Gün boyu
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Cam mozaik
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	-

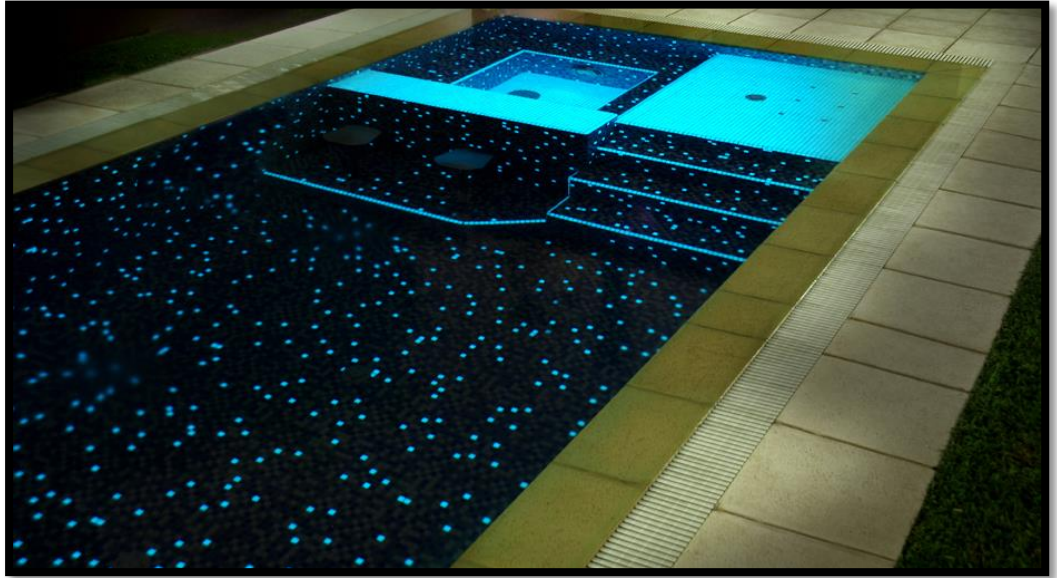
İspanya'nın cam mozaik karolar üreten Vidrepur firması, 25 x 25 mm boyutlarında, fotolüminesans içerikli, çevre dostu ve %100 geri dönüştürülmüş camdan fotolüminesans cam mozaik imal etmiştir. Bu mozaikler havuz içerisine döşenmiş ve gün boyu güneş ışığını bünyesinde absorbe ettikten sonra havanın kararmasıyla birlikte yumuşak bir ışımaya başlamaktadır (Şekil 4.18).

Firma yetkilileri bir yüzme havuzunu aydınlatmak için bugünün en parlak seçeneklerinden birinin gün geçtikçe artan sayıda fosfor ışığı alternatifleri olduğunu ve tasarımcıların günümüzün en iyi trendleri ile hedefe ulaşmalarında yaratıcı olmalarına fosforlu ürünlerin olanak tanıdığını ifade etmişlerdir.

Yüzme havuzu içerisine döşenen bu fotolüminesans içerikli fayanslar, geleneksel havuz aydınlatmasının sağladığı güvenliği korurken benzersiz bir görsel

estetik de üretmektedir. Verimlilik arzulayan bir pazarda, fosfor ışığı enerji ve onarım maliyetlerini de düşürme potansiyeli sunmaktadır.

Üreticiler suyla veya tozla bu maddenin özelliğini hiçbir şekilde yitirmediği vurgulamaşlardır. Ancak el yapımı olan bu mozaiklerin renk ve dokusunda değişiklikler olabileceğini, bu yüzden kurulumdan önce herhangi bir ayar yapılmayacağından, tüm fayansların montajdan önce kontrol edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.



Şekil 4.18. Glow in The Dark Mosaic Tiles (Vidrepur, 2017 )

#### **4.1.4.3. University of Washington Medical Center (Washington Üniversitesi tıp merkezi)**

Fotolüminesans malzemelerin peyzaj mimarlığı uygulamalarında çok amaçlı olarak kullanımına üçüncü örnek “University of Washington Medical Center” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.19.’de verilmiştir.

Çizelge 4.19. University of Washington Medical Center Bilgi - Gözlem Formu

<b>Genel Özellikler</b>	
<b>Proje Adı</b>	University of Washington Medical Center
<b>Ülke/Şehir</b>	Seattle, Amerika
<b>Yapım Yılı</b>	2013
<b>Tasarımcı/Uygulayıcı Firma</b>	Glowway
<b>Web Sitesi</b>	www.glowway.com
<b>Teknik Özellikler</b>	
<b>Şarj Süresi</b>	Güneş ışığı 8 dakika / yapay ışık 25 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	10 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Cam şerit / cam çubuk
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 25 yıl

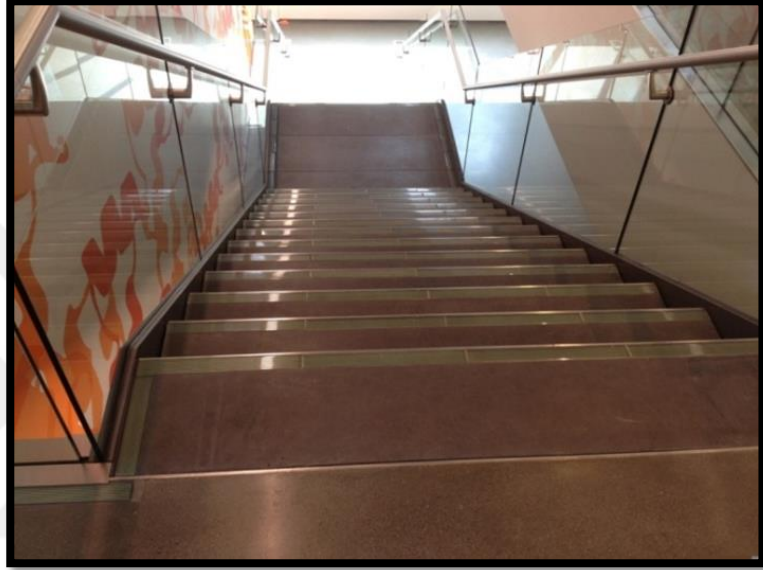
University of Washington Medical Center’da, güvenlik amaçlı kullanılan fotolüminesans cam şeritler Glowway şirketinin ilk projesi olma özelliğini taşımaktadır (Şekil 4.19).

Ana materyali cam olan bu fotolüminesans cam şeritler opak kaygan olmayan bir yüzeye sahip ve görme engelliler için ayak veya baston ile hissedilebilir ve takip edilebilir bir şekilde yükseltilmiş bir desene sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Fotolüminesans cam şeritlerin düz taşlanmış kenarları vardır ve standart camdan imal edilmiştir. Üreticiler normal camdan 5 kat daha güçlü olan temperli camdan da üretilebileceğini belirtmektedir. Parlama rengi yeşildir ve cam çubuk boyutları 300x25x15 mm’dir.

Bu projedeki amacın, acil durumlarda karanlıkta parlak bir şekilde parlayarak insanları emniyetli bir şekilde acil çıkışlara yönlendirerek tahliye hızını arttırmak



ve farklı ortamlarda kolayca uygulanabilen yenilikçi ve güzel ürünler geliştirerek kamu güvenliğini sağlamak olduğu yetkililer tarafından ifade edilmiştir. Çevre dostu ve uzun vadede ekonomik ürün olduğu, yanıcı, zehirli, radyasyonlu veya aşındırıcı bir madde olmadığı, normal temizlik dışında bakım ve onarım gerektirmediği, dayanıklı, mimari çevre için güzel bir malzeme olduğu ve iç ve dış koşullarda kullanılabilirdiği de belirtilmektedir. Kopma mukavemeti ve kırılma mukavemeti modülü, EN ISO 10545: 2012 standartlarına göre test edilmiş ve ürünler gereksinimleri açıkça karşılamıştır.



Şekil 4.19. University of Washington Medical Center (Glowway, 2017 )

## 4.2. Fotolüminesans Malzemelerin Diğer Sektör Uygulamalarında Kullanımına İlişkin Örnekler

### 4.2.1. Glowing concrete bathroom vanity (parlayan beton banyo lavabosu)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına ilk örnek “Glowing Concrete Bathroom Vanity” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.20.’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Glowing Concrete Bathroom Vanity Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Glowing Concrete Bathroom Vanity
Ülke / Şehir	Kanada
Yapım Yılı	2013
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Peter Tome-Universal One Design and Fabrication / Ambient Glow Technology
Web Sitesi	www.ambientglowtechnology.com
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	15 dakika
Işıma Süresi	Minimum 12 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Toz pigment
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 20 yıl

Gri prekast özel beton banyo tezgahı Universal One Design and Fabrication şirketinden Peter Tome tarafından hazırlanmıştır (Şekil 4.20).

Bu uygulamada ana materyalin çimento olduğu ve banyo tezgahı üzerine fotolüminesans tozun püskürtülerek uygulandığı belirtilmiştir.

Toz fotolüminesansın, toksik madde içermediği ve radyoaktif olmadığı belirtilmiş ayrıca uygulama sonrası parlayan banyo tezgahının çoğu kimyasaldan etkilenmediği, +500 °C ve -20 °C arasında mükemmel bir şekilde çalıştığı, ultraviyole ışınlarına uzun süre maruz kalmaya karşı dayanıklı olduğu, aynı zamanda %80 nem oranında 1000 saat boyunca renk değişikliği yapmadığı bu

bağlamda her türlü ortamda kullanıldığı ve en kötü hava koşullarında dahi son derece başarılı bir şekilde çalıştığı ve fiziksel değişime uğramadığı ifade edilmiştir.

Bu banyo tezgahının yapay ışığa 15 dakika maruz kaldıktan sonra bütün gece parladığı da belirtilmiştir.



Şekil 4.20. Glowing concrete bathroom vanity (Ambient Glow Technology, 2016 ).

#### 4.2.2. Photoluminescent glass staircase (fotolüminesans cam merdiven)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına ikinci örnek “Photoluminescent Glass Staircase” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.21.’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Photoluminescent Glass Staircase Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Photoluminescent Glass Staircase
Ülke / Şehir	İtalya
Yapım Yılı	2013
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Lucedentro
Web Sitesi	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	Güneş Işığı:60 saniye / Yapay Işık: 15 dakika
Işıma Süresi	8 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Toz pigment
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 10 yıl

Fotolüminesans pigment ile birlikte çift kristalde adımlar atılmıştır. Fotolüminesans cam merdiven, malzemelerin incelenmesiyle inovasyona devam edilmesi sayesinde gerçekleştirilen en güzel Lucedentro projesinden biri olduğu belirtilmiştir. Fotolüminesans cam merdiven gibi ev içindeki uygulamalar normal ışıklarla şarj edilebilmektedir. Ampulün pigmentlerin spektrumunu hızlandırmak için yeterince yayılım gösterdiği varsayılırsa, normal bir ampulle bile etkili olabilmektedir. Çoğu durumda neon tüpleri, ampuller ve enerji tasarruflu ampuller 10-15 dakika boyunca maruz kaldıklarında iyi bir sonuç elde edilebilmektedir.

Lucedentro, pigmentlerin doğal, toksik olmayan, radyoaktif olmadığı ve sıkı ABD düzenlemelerinin getirdiği sınırların yirmi kat daha altında olduğunu belirtmektedir. Fotolüminesans pigmentleri şarj etmek için en iyi yöntem ve en ucuz maliyet, onları doğrudan güneş ışığına yaklaşık 1 ile 5 dakika boyunca maruz bırakmaktır. Merdiven kristali, mükemmel rafine tasarımı sayesinde gün boyunca hoş açık mavi renkte kalmaktadır. Gece boyunca da cam merdiven tamamen

metamorfik, fotolüminesans pigmentler sayesinde karanlıkta parlamaktadır. Fotolüminesans efekt yaklaşık 8 saat sürmekte ve sadece karanlıkta görülebilmektedir. Işık kaynağı uzaklaştırıldıktan sonra ilk 10-15 dakika sonra görünür ışık solmaya başlamakta; 1 saat sonra da ışık yoğunluğu % 90 oranında azalma göstermektedir. Geriye kalan 7 saat boyunca görünür ışık olarak dengeli bir şekilde parlamaya devam etmektedir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Photoluminescent Glass Staircase (Lucedentro, 2015).

### 4.2.3. Photoluminescent mosaic ‘Opus One’ (fotolüminesans mozaik “Opus One” )

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına üçüncü örnek Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’ olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.22.’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’ Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
<b>Proje Adı</b>	Photoluminescent Mosaic ‘Opus One’
<b>Ülke/Şehir</b>	İtalya
<b>Yapım Yılı</b>	2010
<b>Tasarımcı/Uygulayıcı Firma</b>	Lucedentro
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
<b>Şarj Süresi</b>	Güneş Işığı:60 saniye / Yapay Işık: 15 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Cam mozaik
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 10 yıl

Mozaik küvet örneği, boyutları 25x25 mm olan bir fotolüminesans cam mozaığın hızlı ve kolay döşenmesi açısından boyutları 31x31x0.5 cm karo şeklinde olacak bir örgü ağ üzerinde birleştirilip monte edildikten sonra küvetin kaplanmasıyla oluşturulmuştur. Bir örgü karo da yaklaşık olarak 144 mozaik bulunmaktadır. Camın geri dönüşüm sürecinden elde edilen bor silikat camının verimli sürecine fotolüminesans pigmentler eklenerek üretilmiştir (Şekil 4.22).

Firma güzellik, üslup ve tasarım sevgisi konusundaki ana konseptini, güvenlik ve enerji tasarrufu ile birleştirerek %100 sürdürülebilir ve geri dönüşümlü fotolüminesans mozaik küvet ürettiklerini belirtmektedir.

Gündüz açık mavi ve beyaz bir mozaik deseninde görünen küvet, akşam olduğunda yeni bir boyut kazanmakta ve okyanus mavisi renginde parlamaya başlamaktadır. Fotolüminesans mozağının fiziksel ilkesi ebedi olduğu ancak

günümüzde sadece laboratuvar testleri ile somut veriler elde edilebilmekte ve bu testler sonucuda 10 yılı geçkin bir sürede hiç bozulmadığı söylenmektedir. Bu ürün ile geleneksel elektrik tüketiminin %90'ına kadar tasarruf sağlanabilmektedir. Mozaiklerde kullanılan fotoluminesans pigmentlerin bozulmadığı, zehirli veya radyoaktif olmadığı belirtilmektedir. Ağır metallerin varlığı, kozmetik ve oyuncak gibi ürün kategorileri için Avrupa ve Amerika standartlarının öngördüğü sınırların çok altında kalmaktadır.



Şekil 4.22. Photoluminescent Mosaic 'Opus One' (Lucedentro, 2016b).

#### 4.2.4. Lacrimae lucis mosaic (Lacrimae Lucis mozaik cam)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına dördüncü örnek “Lacrimae Lucis Mosaic” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.23.’de verilmiştir.

Çizelge 4.23. Lacrimae Lucis Mosaic Bilgi - Gözlem Formu

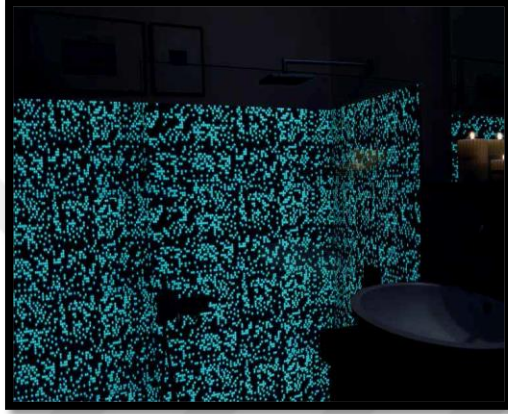
Genel Özellikler	
Proje Adı	Lacrimae Lucis Mosaic
Ülke / Şehir	İtalya
Yapım Yılı	2010
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Lucedentro
Web Sitesi	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	Güneş Işığı:60 saniye / Yapay Işık: 15 dakika
Işıma Süresi	8 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Cam mozaik
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 20 yıl

Bu örneklerde kullanılan mozaik %90 geri dönüştürülmüş fotolüminesans camdan üretilmiş ve ağ örgü üzerindeki mozaikler boyut olarak normal mozaiklere kıyasla daha küçüktür. Böylece bir metrekaareye 5000’den fazla mozaik gelmekte ve kolonlar da dahil olmak üzere yuvarlak yüzeyleri kaplamayı ideal hale getirmektedir. Lacrimae Lucis Mozaik küçük yuvarlak fayanslardan yapılmıştır ve yuvarlak nesnelere kaplamak için daha uygundur (Şekil 4.23).

Resimlerde iki farklı örnek gösterilmektedir. İlk örnekte gündüz açık mavi gece ise akuamarin olan renk düz duvarda kaplama olarak kullanılmıştır. Burada kullanılan mozaik yine küçük boyutlarda olduğu için ortam daha aydınlık olmaktadır. İkinci örnekte ise hem sandalye hem de çocuklar için küvet olarak kullanılabilen kenarları düz olmayan farklı bir tasarımda, gündüz fildişi rengi gece ise okyanus mavisi rengi alarak parlayan mozaikler kullanılmıştır.



Ayrıca bu mozaiklerle, farklı fotolüminesans renkler kullanarak veya fotolüminesans ve fotolüminesans olmayan renklerin kombinasyonunu kullanarak monokromatik veya polikromatik çözümler sunulabildiği ve müşterilerin kişiselleştirmelerini karşılamak için tasarımda çok yönlülüğü arttırdığı üretici firma tarafından ifade edilmiştir. Fotolüminesans mozaik küvet görsel güzelliğinin yanında aynı zamanda dayanıklı, çevre dostu ve müşterinin güvenliğini amaçlayan bir tasarım olma özelliği taşımaktadır. Üreticiler, AB standartlarına uygun, üretim döngüsü düşük çevresel etkiye sahip doğal malzemeler kullandıklarını da belirtmektedir.



Şekil 4.23. Lacrimae Lucis Mosaic (Lucedentro, 2016b).

#### 4.2.5. Pavimenti in resina luminescente (Lüminesans reçine zeminler)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına beşinci örnek “Pavimenti in Resina Luminescente” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.24.’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Pavimenti in Resina Luminescente Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Pavimenti in Resina Luminescente
Ülke / Şehir	İtalya
Yapım Yılı	2014
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Giuseppe Portella, Punto Zero / Lucedentro
Web Sitesi	<a href="http://puntozero.org/">http://puntozero.org/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	10-15 dakika
Işıma Süresi	4-5 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Toz Pigment
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 10 yıl

Lucedentro, yetenekli reçine sanatçısı Giuseppe Portella ile işbirliği yaparak Punto Zero’nun bilinen parlak reçine zeminlerini orta çıkarmıştır.

Portella’nın son eserleri, İtalya’daki özel konut "Perladei Poeti" de görülebilir. Burada Giuseppe, fotolüminesans uygulamasını daha yüksek bir seviyeye getirmekte ve sanatını fotolüminesans ile harmanlamaktadır (Şekil 4.24).

İtalya’daki özel konutta reçineyle birlikte kullanılan fotolüminesans tasarımların ve efektlerin gündüz ayrı gece ayrı bir etki yapmasından dolayı kendi renkleri ile günde iki kez yaşadığı belirtilmiştir.



Şekil 4.24. Pavimenti in Resina Luminescente ( Puntozero, 2016).

#### 4.2.6. Glow aggregates in a concrete sink (parlayan agregalı beton lavabo)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına altıncı örnek “Glow Aggregates in a Concrete Sink” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.25.’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Glow Aggregates in a Concrete Sink Bilgi - Gözlem Formu

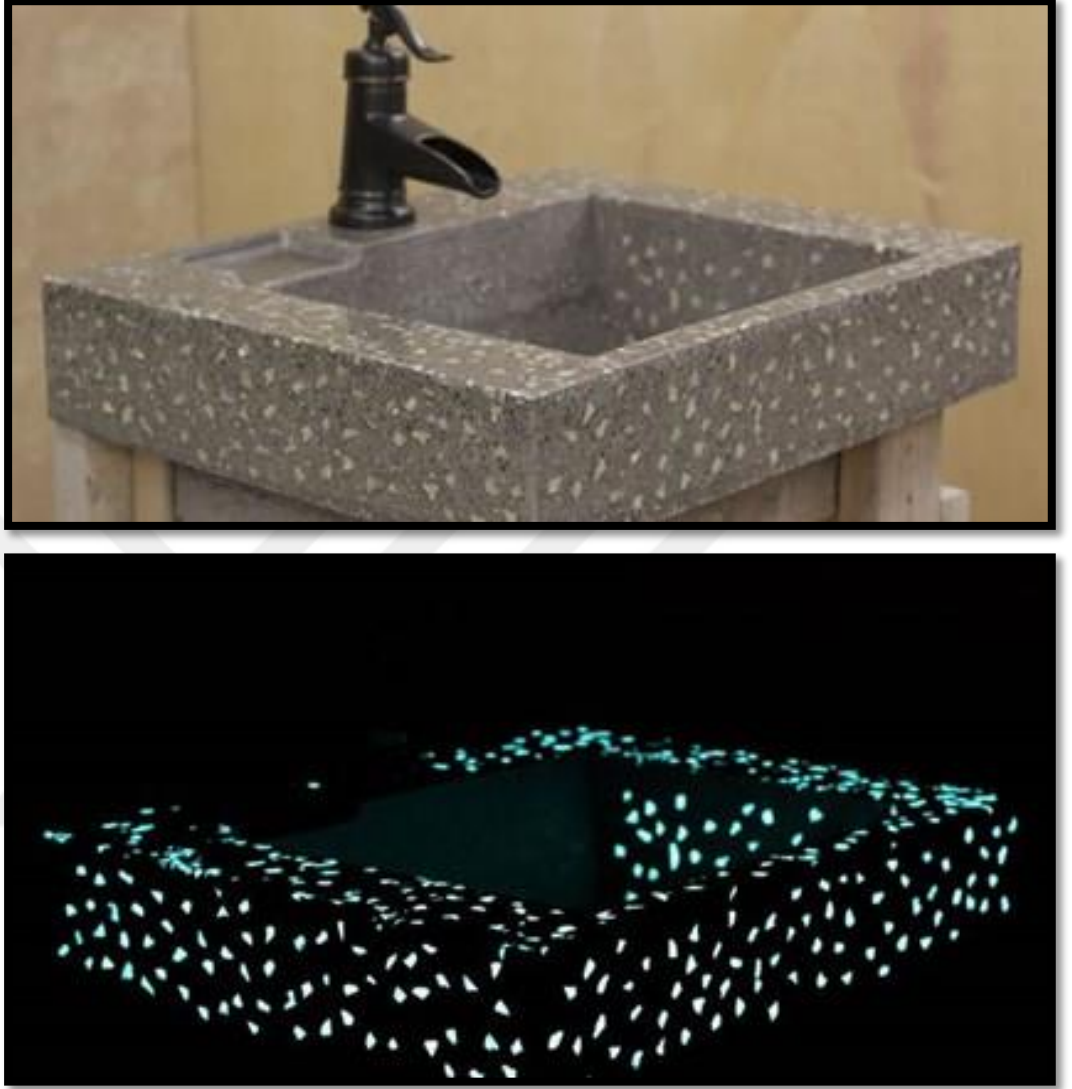
Genel Özellikler	
Proje Adı	Glow Aggregates in a Concrete Sink
Ülke / Şehir	Kanada
Yapım Yılı	2013
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Ambient Glow Technology (AGT)
Web Sitesi	<a href="https://www.ambientglowtechnology.com/">https://www.ambientglowtechnology.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	Güneş Işığı: 8 dakika / Yapay Işık: 30 dakika
Işıma Süresi	15 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Agrega
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 20 yıl

Beton lavabo örneğinde, Ambient Glow Technology’nin çevreye uyumlu, dekoratif, yüksek performanslı, toksik ve radyoaktif olmayan ve herhangi bir beton, çimento, sıva veya epoksi gibi malzemelerle birlikte kullanıma uygun formüle edilmiş fotolüminesans agregaları kullanılmıştır (Şekil 4.25).

Bu proje de kullanılan agregalar +500 °C ve -20 °C arasında mükemmel bir şekilde çalışmaktadır. Aynı zamanda ultraviyole ışınlarına yüksek uzun süre maruz kalmaya karşı dayanıklıdırlar ve %80 nem oranında 1000 saat boyunca renk değişikliği yapmamaktadırlar.

Agregalar çoğu kimyasaldan etkilenmemekte ve en kötü hava koşullarında dahi son derece başarılı bir şekilde çalışmaktadırlar. Yılda %1-2 parlama bozulmaları görülmektedir. Örneğin 20 yılda orijinal parlaklığın %70-%80 ‘nin de hala parlamaktadırlar. 3612 mcd / m<sup>2</sup> @ 1min’de bir başlangıç şiddet patlamasına

erişebilmekte ve sonra ışık kaynağından çıkarıldığında bozunmaya başlamaktadırlar.



Şekil 4.25. Glow Aggregates in a Concrete Sink (Ambient Glow Technology, 2016)

#### 4.2.7. Glow in the dark electric car: Nissan Leaf (karanlıkta parlayan elektrikli araba: Nissan Leaf)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına yedinci örnek “Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.26.’de verilmiştir.

Çizelge 4.26. Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf
Ülke / Şehir	İngiltere
Yapım Yılı	2015
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Hamish Scott / Nevana Designs, Nissan
Web Sitesi	<a href="http://nissannews.com/">http://nissannews.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	15 dakika
Işıma Süresi	10 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Boya
Fotolüminesans Ömrü	25 yıl

Dünyanın ilk karanlıkta parlayan ve %100 elektrikle çalışan otomobili, daha önce gün boyunca güneş ışığını absorbe edip karanlıkta 8-10 saat boyunca parıldayan Starpath projesinin mucidi Hamish Scott ve otomobil şirketi Nissan ile ortak olarak tasarlanmıştır. Toplamda, nihai ürünün geliştirilmesi yaklaşık 12 ay sürmüştür (Şekil 4.26).

Çevre dostu %100 elektrikle çalışan otomobilde, karbon ayak izinin azaltılmasına yardımcı olabilecek güneş enerjisini kullanan karanlıkta parlayan boya kullanılmıştır. Enerji ve ışık yayan kaplamanın insanlara güvenlik ve çevre duyarlılığı açısından yeni ve yenilikçi bir boyut kazandıracığı da düşünülmektedir. Bunlara dünyanın da dikkatini çekebilmek için otomobil 2015 yılında bir otomobil fuarında sergilenmiştir.

Bu projede kullanılan fotolüminesans boyanın piyasa da mevcut olmasına rağmen, bu projeyi diğer uygulamalardan ayıran özellik, Nissan şirketinin bu

teknolojiyi doğrudan araba boyası olarak uygulayan ilk otomobil üreticisi olması olarak belirtilmiştir. Ayrıca boyanın, tamamen organik malzemelerden imal edildiği de üreticiler tarafından belirtilmektedir. Otomobil, karayollarında sürüş esnasında birden fazla ışık isteyen ve aracının karanlıkta fark edilir olmasını isteyen sürücüler için de daha iyi görünürlük ve güvenlik sağlamaktadır. Ancak bu otomobil 2017 yılı dahilinde hala satışa çıkarılmamıştır.



Şekil 4.26 Glow in the Dark Electric Car: Nissan Leaf (Nevana Designs, 2017).

#### 4.2.8. Photoluminescent lamp: Luke (fotolüminesans gece lambası: Luke)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına sekizinci örnek “Photoluminescent Lamp: Luke” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.27.’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Photoluminescent Lamp: Luke Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Photoluminescent Lamp: Luke
Ülke/Şehir	İtalya
Yapım Yılı	2012
Tasarımcı/Uygulayıcı Firma	Karim Rashid / Lucedentro
Web Sitesi	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	Güneş ışığı 1 dakika/ yapay ışık 15 dakika
Işıma Süresi	20 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Boya
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 10 yıl

LUKE; Karim Rashid’in üstün tasarım projesi olarak tanımlanmakta ve enerji kaynağı ve enerji kaynağı olmadan çalışan çift fonksiyonlu bir lamba özelliği taşıdığı belirtilmektedir (Şekil 4.27).

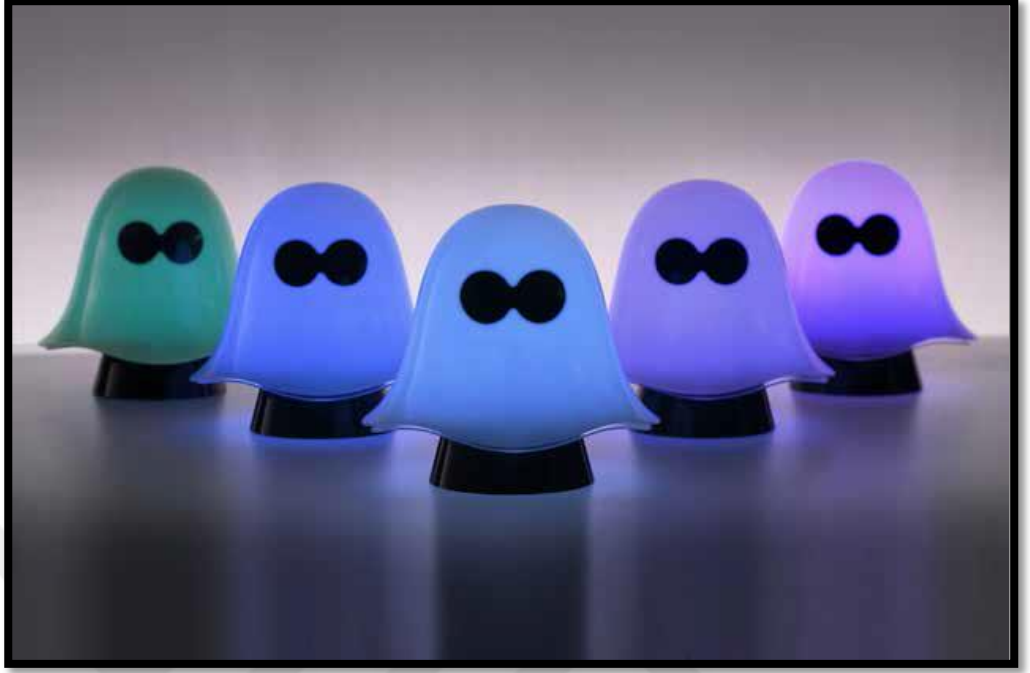
Açıldığında, içerisindeki led ampul sayesinde normal gece lambası görevi görerek okumaya izin vermekte; kapatıldığında ise, uyumaya engel olmayan ve uykuya zarar vermeyen ancak gece boyunca sıfır enerji ile loş bir parıltı sağlamaktadır. Diğer fotolüminesans pigmentlerle yapılan üremlere kıyasla daha zayıf bir ışık verdiği belirtilmektedir.

Uyku sırasında çocuklarını kontrol etmek isteyen ebeveynler için ve gece normal ışık açmaktan kaçınanlar için de ideal bir ürün olduğu söylenmektedir.

Üreticiler, işlevselliğinin yanında güzel tasarımı ile de bu ürünü yetişkinler için hediyelik eşya alternatifi olarak da üretilmekte olduğunu ifade etmişlerdir.



Ürünün yüksekliği 20 cm, çapı ise 21 cm'dir. Yeşil, mavi, beyaz ve fuşya renkleri olmak üzere 4 renk olarak satışa sunulmaktadır.



Şekil 4.27. Photoluminescent Lamp: Luke ( Lucedentro, 2017a )

#### 4.2.9. Photoluminescent sportswear: Alienskin jacket (fotolüminesans spor giyim: Alienskin ceket)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına dokuzuncu örnek “Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.28.’de verilmiştir.

Çizelge 4.28. Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
<b>Proje Adı</b>	Alienskin Jacket
<b>Ülke / Şehir</b>	İtalya
<b>Yapım Yılı</b>	2014
<b>Tasarımcı / Uygulayıcı Firma</b>	Outwet / Lucedentro
<b>Web Sitesi</b>	<a href="http://www.lucedentro.com/">http://www.lucedentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
<b>Şarj Süresi</b>	15 dakika
<b>Işıma Süresi</b>	8 saat
<b>Kullanılan Fotolüminesans Türü</b>	Toz pigment
<b>Fotolüminesans Ömrü</b>	Minimum 10 yıl

Outwet, sürekli araştıran, ayrıntılara dikkat eden ve yaratıcılık odaklı spor ekipmanlarında en iyi çözümler üzerine çalışan bir İtalyan tekstil firmasıdır.

Üst düzey spor malzemeleri konusunda uzmanlaşmış Outwet ile fotolüminesans pigmentler üreten Lucedentro firması Alienskin ceketini tasarlamışlardır (Şekil 4.29).

Alienskin ceket, Outwet yüksek kaliteli, rüzgar ve su geçirmeyen spor kıyafetlerine fotolüminesans pigmentlerinin de eklenmesiyle yeni bir işlev kazanarak gece boyunca da insanların daha güvende spor yapmalarına olanak sağlamaktadır. Firma ceketin bu işlevlerini anlatmaya yönelik ‘görünün güvende olun’ ve ‘performansınızı aydınlatın’ sloganlarını kullanmıştır.

Alienskin ceket, kendiliğinden güneş ışığı veya yapay ışık ile şarj olmakta ve pil gerektirmemektedir. Alienskin ceket asla bitmeyen şarj gücünde bulunmaktadır. Fakat ceketin kullanımına bağlı olarak bu süre değişkenlik gösterebilmektedir.



Şekil 4.28. Photoluminescent Sportswear: Alienskin Jacket ( Lucedentro, 2017b )

#### 4.2.10. Glowing helmet (parlayan kask)

Fotolüminesans malzemelerin diğer sektör uygulamalarında kullanımına onuncu örnek “Glowing Helmet” olup genel özellikleri ve teknik özellikleri Çizelge 4.29.’de verilmiştir.

Çizelge 4.29. Glowing Helmet Bilgi - Gözlem Formu

Genel Özellikler	
Proje Adı	Glowing Helmet
Ülke / Şehir	İtalya
Yapım Yılı	2014
Tasarımcı / Uygulayıcı Firma	Lucentro
Web Sitesi	<a href="http://www.lucentro.com/">http://www.lucentro.com/</a>
Teknik Özellikler	
Şarj Süresi	15 dakika
Işıma Süresi	10 saat
Kullanılan Fotolüminesans Türü	Boya
Fotolüminesans Ömrü	Minimum 10 yıl

Firmanın bu fotolüminesans özellikli kaskı, profesyonel soğuk etiketle gerçekleştirilen dünyadaki ilk kask olma özelliğini taşımaktadır. Bisikletliler için ise, gece sürüş sırasında trafikte, parlak bir koruma sağlayan fotolüminesans pigmentleri sayesinde gece gündüz güvenli ve görülebilecek bir parça olduğu belirtilmektedir (Şekil 4.29).

Lucentro, bu projeyi Arai Italia ve ünlü İtalyan kask tasarımcısı olan Valentino Rossi gibi motosiklet şampiyonları için yaptığı çalışmalarla ünlü Aldo Drudi ile birlikte gerçekleştirmiştir.



Şekil 4.29. Glowing Helmet (Lucedentro, 2017b)

## 5. DEĞERLENDİRME, SONUÇ VE ÖNERİLER

### 5.1. Değerlendirme

Araştırma konusu olan fotolüminesans malzemeler, yöntem kapsamında geliştirilen kriterler ile değerlendirilmiştir.

Peyzaj Mimarlığı'nda aydınlatma amacıyla yapılan çalışmalarda:

- Agregaya ile koyu mineral fosforlu çinko sülfid birleşiminden oluşan malzeme kullanılarak dizayn edilmiş doğal parlayan yaya yolu, güneş enerjisini depolayarak gece yolun aydınlanmasını sağlayan binlerce taştan oluşturulmuş bisiklet yolu,
- Gün boyunca UV ışığını emerek depolayan ve partikülleri çevredeki ışık koşullarına uyum sağlayarak geceleri serbest bırakan suya dayanıklı 'Starpath' olarak adlandırılan spreyl kaplama park yolu,
- Gece kaykay pistlerini kullanmanın mümkün olmaması, sokak lambalarının alanda gölgeler ve kara noktalar oluşturması gibidezavantajları ortadan kaldıran, farklı kaselerden oluşan kompozisyona sahip kaykay alanı,
- Güneşten alınan enerjiyi gün içinde fosforesanslı jel kaplamada kimyasal olarak depolayan, daha sonra gece ışık kaynağı olarak bırakan ve havuz ışıklandırmasında kullanılan havuz kaplaması,
- Zaruri ışıklandırma gerektiren mekanların ışıklandırması için elektrik hatlarının kullanımının tehlike arz ettiği durumlarda kullanılmak üzere yürüyüş yolu,
- Karanlıkta parlayan yeni bir çimento üretimi gibi her türlü tasarımında fotolüminesans kullanılmaktadır.

Peyzaj Mimarlığı'nda güvenlik amacıyla yapılan çalışmalarda:

- Gündüz güneş ışığına maruz kaldıktan sonra geceleri 10 saate kadar yeşil bir ışığa yaparak özellikle yol aydınlatması olmayan yollarda sürücülerin daha net bir şekilde parlayan yol çizgilerini görerek güvenli bir şekilde yolculuk yapmasını sağlayan boya ile kaplanan otoyol şerit ve yol çizgileri,
- Gece bisiklet kullanan insanların güvenliğini artırmak ve kazaların önlenmesine yardımcı olmak için gün boyunca güneş tarafından şarj edildikten sonra gece boyunca parlak mavi ışık verebilen bisiklet yolu,

- İnsanların acil durumlarda daha dikkatli hareket etmeleri için tahliye sırasında yollarını aydınlatarak kılavuzluk edecek fotolüminesans güvenlik işaretlerinin kullanıldığı tren istasyonu,
- Çevre dostu yeşil çimentonun fotolüminesans kumla birlikte kullanılarak yol gösterici olarak patika yollarda güvenli geçiş aracı üstlenen beton toplar gibi bir çok kamusal ve özel alanlarda kullanılmaktadır.

Peyzaj Mimarlığı'nda dekorasyon amacıyla yapılan çalışmalarda:

- Bir mesafeden gece havuz sınırını belli ederek görsel etkinin önemli olduğu havuz kenarları,
- Karanlıkta parlayan boya kullanarak, gece gündüz farklı görüntüler gösteren sokak sanatında izleyiciye sürprizler sunan duvar resimleri,
- Oyuklu servilerin deliklerini reçineli fotolüminesans toz karışımla doldurarak oluşturulan ahşap masa,
- İnsanlara gece bahçe ve bitkiler arasında görsel şölen sunan fotolüminesans cam kelebek objeler,
- Mermer tozu ve fotolüminesans pigment bir arada kullanılmasıyla 3 boyutlu yazıcıyla üretilen bank gibi görsel etki istenilen ve peyzaj değerlerinin artırılması istenilen alanlarda kullanılmaktadır.

Peyzaj Mimarlığı'nda çok amaçlı olarak yapılan çalışmalarda:

- Özellikle havuz kenarlarında güvenlik amaçlı aynı zamanda da havuz içinde görsel etki ve aydınlatma sağlaması için özel olarak tasarlanan, gece karanlıkta parlamasından dolayı gezinti için ideal romantik bir ortam yaratan parlayan fayansla döşenmiş otel yüzme havuzu,
- Geleneksel havuz aydınlatmasının sağladığı güvenliği korurken benzersiz bir görsel estetik sunan fotolüminesans içerikli cam mozaik fayansla döşenmiş yüzme havuzu,
- Acil durumlarda karanlıkta parlak bir şekilde parlayarak insanları emniyetli bir şekilde acil çıkışlara yönlendirerek tahliye hızını arttırmasını sağlayan ve iç ve dış mekan koşullarına uygun bir malzeme olduğu için farklı ortamlarda kolayca uygulanabilen yenilikçi ve güzel ürünler geliştirerek kamu güvenliğini sağlayan ana materyali cam olan fotolüminesans cam şeritlerin kullanıldığı tıp merkezi gibi yerlerde farklı amaçlara hizmet ederek fotolüminesans malzemenin kullanıldığı görülmüştür.

Diğer sektör uygulamalarında yapılan çalışmaları:

- Ana materyalin çimento olduğu ve fotolüminesans tozun çimento üzerine püskürtülerek uygulandığı, çoğu kimyasaldan etkilenmeyen ve fiziksel değişime uğramayan banyo tezgahı,
- Mükemmel rafine tasarımı sayesinde gün boyunca hoş açık mavi renkte kalan ve gece boyunca da tamamen metamorfik, fotolüminesans pigmentler sayesinde karanlıkta parlayan cam merdiven,
- Geleneksel cam mozaikleri, güvenlik ve enerji tasarrufu ile birleştirerek % 100 sürdürülebilir ve geri dönüşümlü olarak üretilen fotolüminesans mozaik küvet,
- Fotolüminesans uygulamalarını daha yüksek bir seviyeye getiren ve tasarımların ve efektlerin gündüz ayrı gece ayrı bir etki yapmasından dolayı kendi renkleri ile günde iki kez yaşadığı belirtilen parlak reçine zemin kaplaması,
- Fotolüminesans boya ile kaplanan, insanlara güvenlik ve çevre duyarlılığı açısından yeni ve yenilikçi bir boyut kazandıracağı düşünülen, %100 elektrikle çalışan ve dünyanın ilk karanlıkta parlayan otomobili,
- Yüksek kaliteli, rüzgar ve su geçirmeyen, gece boyunca da insanların daha güvende spor yapmalarına olanak sağlayan, spor kıyafetlerine fotolüminesans pigmentlerinin de eklenmesiyle yeni bir işlev kazanan ceket,
- Fotolüminesans pigmentleri sayesinde gece güvenli ve görülebilecek harika bir parça olan ve gece trafiğinde sürüş sırasında parlak bir koruma sağlayacak kask gibi bir çok alanda kullanıldığı görülmektedir.



## 5.2. Sonuç ve Öneriler

Peyzaj mimarlığı uygulamalarında ve diğer meslek disiplinlerinde kullanılan fotolüminesans çalışmalarının değerlendirilmesiyle birlikte bu bölümde, araştırma bulgularından çıkarılan sonuçlar da açıklanarak anlamlı ve önemli bulunanlar vurgulanmış ve sonuçlar doğrultusunda kullanıcılara ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Peyzaj mimarlığında kendine geniş yer edinmeye başlayan, maddesel özelliği gereği güneş enerjisi başta olmak üzere her türlü ışık kaynağından yayılan fotonları absorbe ederek karanlık ortamda çeşitli süre ve parlama dereceleriyle yaşamsal kolaylıklar sağlayan fotolüminesans malzemeler, aydınlatma, güvenlik, dekorasyon, obje tasarımı, çok amaçlı tasarımlar ve bir çok mesleğin ilgi alanlarında bulunan farklı tasarımlarıyla oldukça geniş kullanım alanlarına sahiptir.

Fotolüminesans malzemeler dünya genelinde en çok yaya yolları, bisiklet yolları, park ve bahçe içi yollar ile havuzlar gibi mekanlarda aydınlatma amacıyla kullanılmış olup, ülkemizde bu alanlarda henüz kendine yer bulamamıştır. Bu nedenle öncelikle belediyelerimizden başlanarak küçük çaplı projelerle kullanılmaya başlanıp sonraki yıllarda geliştirilerek, hem maddi hem de çevresel avantajlarıyla elektrik enerjisinin yerine geçebilecek şekilde kentsel ve kırsal alanlarda aydınlatma amacıyla kullanılması önerilmektedir.

Otoyol, bisiklet yolu, tren istasyonları ve patika yollar gibi emniyet istenilen alanlarda güvenlik amacıyla fotolüminesans malzeme kullanılmıştır. Bu amaçla yapılan çalışmalar yapıldıkları ülkelerde büyük ilgi görmüş ve başka projelerde uygulanması için de yetkililer girişimlerde bulunmaya başlamıştır. Öncelikle bu projelerin ülkemizde tanıtılarak insan yaşamına getirdiği kolaylıklar anlatılmalıdır.

İnsanların topluluk halinde bulunduğu alanlarda elektrik kesintilerinin neden olduğu karanlığın insanlar üzerinde yarattığı panik duygusunu azaltıp daha emniyetli bir şekilde tahliye edilmesini sağlamak amacıyla metro ve tren istasyonlarında fotolüminesans malzemelerinin kullanılması önerilmektedir.

İnsanların karanlıkta güvenli geçiş yapmalarını gerektiren yerlerde görünebilirliği arttırmak ve çeşitli yükselteleri fark edememelerinden dolayı oluşabilecek kaza risklerini ortadan kaldırmak amacıyla basamak, rampa ve sınırlama gerektiren (havuz bordürleri, drenaj kanalları vb.) yerlerin bulunduğu; amfi tiyatro, park, bahçe ve rekreasyon alanları gibi güvenliğin gerekli olduğu

yerlerin önceden belirlenip fotolüminesans malzemelerinin peyzaj tasarımında kullanımına yer verilmelidir.

Yayaların güvenli bir geçiş yapmasını sağlamak amacıyla araç sürücülerinin yavaşlayarak dikkatli geçmesi için yaya geçitlerinde ve yayaların kullandığı fakat karanlık olan her türlü tehlikeye karşı yayaların kendilerini güvende hissetmesini sağlamak amacıyla çeşitli yaya yollarında ayrıca aydınlatmanın olmadığı karanlık araç yollarında fotolüminesans malzemesinin amaca ve ihtiyaca uygun tasarımlarla kullanımı sağlanarak insanların kendilerini daha rahat hissedebilecekleri güvenli alanlar oluşturulmalıdır.

Fotolüminesansın peyzaj mimarlığında dekorasyon amaçlı kullanımının özellikle sanatsal objelerde, aydınlatma ve oturma elemanı gibi kent mobilyalarında ve sokak sanatında uygulandığı görülmüştür. Kent mobilyalarının, yalnızca işlevsel amaçlı olarak değil, aynı zamanda kentsel mekanları tamamlayan ve tanımlayan görsel amaçlı kent öğeleri olarak da önemini vurgulamak amacıyla fotolüminesans malzemelerinin kent mobilyalarının tasarım aşamasında kullanılması ve istenilen alanlarda kent mobilyalarının görsel açıdan etkili hale getirilmesi sağlanmalıdır.

Yüzme havuzlarında görsel etki ve aydınlatma sağlaması ayrıca geleneksel havuz içi aydınlatmalarından doğan olumsuzlukları (elektrik çarpması, gece boyu harcanan enerji gibi) ortadan kaldırılması amacıyla çok amaçlı olarak fotolüminesans mozaik döşemeler kullanılmıştır. Günümüzde yüzme havuzu döşemeleri için kullanılan cam mozaiklere alternatif olarak yine gündüz aynı görünümde olan fotolüminesans içerikli cam mozaiklerin kullanımının yaygınlaştırılması ve bir sektör haline getirilerek ülkemizde de üretiminin olması sağlanmalıdır. Bu çok amaçlı olarak kullanılabilen fotolüminesans döşeme malzemesi, otel ve villa bahçelerindeki yüzme ve süs havuzlarında, kentsel açık alanlardaki süs havuzlarında ve iç mekanlardaki tüm havuzlarda kullanılabilir olmasıyla da peyzaj mimarlığı meslek disiplinliği içerisinde yenilikçi bir yapı malzemesi olarak piyasada yer alması sağlanmalıdır. Böylece bu alanlarda yapılabilecek farklı tasarımlara da imkan tanınmış olunacaktır.

Özel beton banyo tezgahı, iç mekan cam merdiven, mozaik kaplama küvet, banyo duvar döşemesi, iç mekan zemin kaplaması, otomobil boyası, gece lambası, ceket ve kask gibi peyzaj mimarlığı dışındaki diğer sektör uygulamalarında da fotolüminesans malzemesi kullanılmıştır. Bu sektörler içerisinde özellikle mimarlık, iç mimarlık, inşaat mühendisliği ve tekstil mühendisliği gibi meslek

dallarında çalışanların fotolüminesans madde ve malzemelerini yeni bir alternatif olarak çalışmalarında yer vererek yaygınlaştırmaları önerilmektedir.

Fotolüminesansın dezavantajı ise, kendi kendine çalışma prensibine sahip yapısı dolayısıyla, fotolüminesans malzemelerinin bir alana uygulandıktan sonra özellikle aydınlatma olarak insan müdahalesine izin vermemesidir. Bu özellik, aydınlatmanın istenilmediği zamanlarda kapatma veya yüksek aydınlatma istenilen yerlerde açma gibi bir fonksiyonu olmamasından dolayı fotolüminesans uygulanmak istenilen yerlerde dikkate alınması gereken en önemli husus olmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma kapsamında peyzaj mimarlığı meslek disiplini ve diğer sektörlerde fotolüminesansın; boya, agrega, toz, çimento ve seramik gibi yapı malzemesi olarak kullanılmasıyla çok farklı ve yaygın uygulama alanlarında yer aldığı görülmüştür. Ancak bu fotolüminesans malzemelerinin üretimini yapan firmalar ve uygulama alan örnekleri yurtdışında yer almaktadır. Fotolüminesans malzemesinin Türkiye’de kullanımı ve uygulama alanlarının oluşması ise ancak malzemenin yurtdışından temini ile mümkün olabilecektir. Malzemenin ithal ediliyor olması, malzeme ve uygulama maliyetini arttırmaktadır. Bu sebepten dolayı öncelikle Türkiye’de bu malzemeyi uygulamak isteyen girişimciler için malzeme ithalatı sırasında devlet desteği sağlanabilir. Buna alternatif olarak, malzemenin ithalatı yerine Türkiye’de üretiminin sağlandığı takdirde maliyetlerin düşebileceği öngörülmektedir. Böylelikle girişimcilerin ve firmaların fotolüminesans malzemedan yararlanma istekleri artabilecek ve yararlanma talepleri karşılanabilecektir.

Üretim aşamasında ise, üniversitelerin Ar-Ge birimlerine, Teknoparklara ve projenin finansmanı için ilgili devlet kuruluşlarına önemli roller düşmektedir. Ayrıca destek veren kuruluşlar proje değerlendirmelerini yaparken, fotolüminesans malzemesinin yenilenebilir enerji kullanım potansiyeli taşımasının başvuru değerlendirme kriterlerindeki puanlamaya etki etmesi sağlanmalıdır.

Türkiye’de üretim ve uygulama sürecini hızlandırmak amacıyla da, meslek odaları ve sivil toplum kuruluşlarında seminerler düzenlenerek fotolüminesans malzemenin tanıtımının yapılması sağlanabilir. Ayrıca üniversitelerin ve belediyelerin, fotolüminesans malzemeleriyle örnek uygulamalar yapması, sektördeki firmalara malzeme kullanımında ve malzemenin yaygınlaştırılması sırasında öncülük edebilecektir.

**KAYNAKLAR DİZİNİ**

- Acaroğlu, M.**, 2003, Alternatif Enerji Kaynakları, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 3, 69-70, 175s.
- Akalin, M.**, 1990, Enerji, Yeni Kaynaklar ve Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Kalkınma Konferansı, Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara, 171s.
- Akbulut, G.**, 2008, Küresel Değişiler Bağlamında Dünya Enerji Kaynakları, Sorunlar ve Türkiye, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Sivas, Cilt:32 (1) ; 117-137s.
- Akkaya, A. V., Akkaya E. K. ve Dağdaş A.**, 2002 “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Açıdan Değerlendirilmesi”, IV. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Cilt 1, İstanbul, 37-43s.
- Akkaya, R.**, 2011, Doğal Kuvars Mineralinin Termoluminesans Özellikleri Ve Kinetik Parametrelerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 5s (yayımlanmamış).
- Alaçakır, B., F.**, 2016, “Türkiyede Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Elektrik İşleri Etüt İdaresindeki Çalışmalar”, <http://www.nukte.org/node/163>, (Erişim tarihi: 12 Ekim 2016).
- Albani, J.R.**, 2007, Principles and Applications of Fluorescence Spectroscopy, Blackwell publishing, France.
- Alçı, M. ve Çarkıt, T.**, 2017, Fotovoltaik (Pv) Panellerde Sıcaklık Etkisinin İncelenmesi, 8. Enerji Verimliliği Formu Bildiriler Kitabı, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, İstanbul, 43-48s.
- Alessandro, T.**, 2010, “Pavimentazione Luminescente”, <https://divisare.com/projects/179212-tosetti-alessandro-weston-super-mare-uk>, (Erişim tarihi: 4 Mayıs 2017).
- Altın, V.**, 2006, “Güneş Pillerinin Yapısı ve Çalışması”, Bilim ve Teknik Dergisi, 464-41s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Altuntaşoğlu, Z. T.**, 2003, Sürdürülebilir Kalkınma-Yenilenebilir Enerji ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanun Tasarısı Taslağı, TMMOB Türkiye VI. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 196-197s.
- Altuntaşoğlu, Z. T.**, 2011, “Türkiye’de Rüzgar Enerjisi, Mevcut Durum, Sorunlar”, [https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/3a6d9ec5318239a\\_ek.pdf](https://www.mmo.org.tr/sites/default/files/3a6d9ec5318239a_ek.pdf), (Erişim tarihi: 13 Ağustos 2017).
- Ambient Glow Technology**, 2016, “Glowing Concrete Bathroom Vanity”, <https://Ambientglowtechnology.Com/Blogs/News?Page=2> (Erişim tarihi: 14 Mayıs 2016).
- ASLA**, 2009, The Lady Bird Johnson Wildflower Center; The United States Botanic Garden, The Sustainable Sites Initiative: Guidelines and Performance Benchmarks, ABD: s.n.
- Atmosphere Piscines**, 2015, “Phosphorescent Swimming Pool”, <http://www.houseautomator.com/phosphorescent-swimming-pool-by-atmosphere-piscines/> (Erişim tarihi: 13 Eylül 2015).
- Ayvalı, B.**, 2015, Stronsiyum Magnezyum Silikat Esaslı Fosforesans Malzemelerde Nadir Toprak Elementlerinin Fosforesans Özellikleri Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, 1-7s (yayımlanmamış).
- Bahadır, M.**, 2016, Diyarbakır İlindeki Kamu Binalarında Enerji Verimliliği Tekno-Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı, 5-9s (yayımlanmamış).
- Bayram, A. ve Bayar, S. B.**, 2000, Türkiye İçin Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları, III. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, 770-772s.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Bénichou, N. and Proulx, G.,** 2007, Evaluation and Comparison of Different Installations of Photoluminescent Marking in Stairwells of a Highrise Building, 11<sup>th</sup> International Conference on Fire Science and Engineering, London, 1-11p.
- Berkes, F. ve Kışlalıoğlu M.,** 2003, Ekoloji ve Çevre Bilimleri, Remzi Kitabevi, İstanbul.
- Bilir G.,** 2006, Azot İyonları Ekilmiş Tabakalı Galyum Selenit Kristallerinde Fotoluminesans, Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ve Fizik Mühendisliği, 39s (yayımlanmamış).
- Bozkurt, A. U.,** 2008, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Enerji Verimliliği Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı Üretim Yönetimi Ve Endüstri İşletmeciliği Programı, 59-63-66-68-83-89s (yayımlanmamış).
- Bulut, S.,** 2009, Optical Stimulated Luminescence, Lisans Bitirme Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, 9s (yayımlanmamış).
- Clabau, F., Rocquefelte, X., Jobic, S., Deniard, P., Whangbo, M. H., Garcia, A. and Le Mercier, T.,** 2005, Mechanism of Phosphorescence Appropriate for the Long-lasting Phosphors Eu<sup>2+</sup>-Doped SrAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> with Codopants Dy<sup>3+</sup> and B<sup>3+</sup>, Chem. Mater., (17) 3904-3912p.
- Daily Telegraph,** 2014, Australia's First Glow in The Dark Footpath Installed at Wyoming, <https://www.dailytelegraph.com.au/newslocal/central-coast/australias-first-glowinthedark-footpath-installed-at-wyoming/news-story/74eb60c889ccb4a7cca36405214f2f56> (Erişim tarihi:3 Kasım 2016).
- DeBord, D. D. and Dunbar, T. R.,** 1985, Earth-Sheltered Landscapes. New York: Van Nostrand Reinhold Company.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Demir, A.,** 2011, “Enerji ve Çevre İlişkileri” <http://dergiler.ankara.edu.tr/dergiler/42/460/5228.pdf> (Erişim tarihi:10 Eylül 2016).
- Desamanera,** 2016, “3D Bench”, [http://www.desamanera.com/en/portfolio.aspx#ctl00\\_\\_contentplaceholder\\_id7ef06a55ef4349d6b5f71789a64028e7-imageid=1](http://www.desamanera.com/en/portfolio.aspx#ctl00__contentplaceholder_id7ef06a55ef4349d6b5f71789a64028e7-imageid=1) (Erişim tarihi: 20 Ocak 2017).
- Devlet Planlama Teşkilatı,** 2001, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT: 2569, Ankara, 585s.
- Dikmen, Ç.,** 2005, AB’de Enerji ve Çevre, 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 585s.
- Dilaver, D.,** 2005, Yapı Ürünlerinin Çevre İle İlişkisi Kapsamında Çevre Dostu Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programı, 54s (yayımlanmamış).
- Dinçer, İ.,** 1999, “Renewable Energy and Sustainable Development: A Crucial Review”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol:4 157-175, Saudi Arabia, 161p.
- Doğan, M.,** 2011, Enerji Kullanımının Coğrafi Üzerindeki Etkileri. Marmara Coğrafya Dergisi, İstanbul, 36-52s.
- Dünya Enerji Komisyonu,** 1996, Yarının Dünyası İçin Enerji, 324s.
- El Kazazz, H., Karacaoğlu E., Karasu, B. and Ağatekin M.,** 2012, “Production of Pr6O11-Doped SrAl2O4:Eu2+, Dy3+, Y3+ Yellowish-Green Phosphors and Their Usage in Artistic Glasses”, Anadolu University, Journal of Science and Technology A, Applied Sciences and Engineering, 13(2), 81-87p.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,** 2016, “Rüzgar” <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar> (Erişim tarihi: 10 Aralık 2016).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Erçen, E.**, 2001, Ülkemizde Enerji Verimliliği ve Yönetimi Çalışmalarının Dünü, Bugünü ve Geleceği, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Güneş Enerjisi Anabilim Dalı, 1s (yayımlanmamış).
- Eren, M. H.**, 2003, “Fluorimetrik Alüminyum Tayini”, <http://www.mhilmieren.com/ensII4.pdf> (Erişim tarihi: 3 Mart 2017).
- Forever Pools**, “Glow in the Dark- Swimming Pool Styles”, <http://www.foreverpools.com/swimming-pool-styles/pool-tiles-glow-in-the-dark/> (Erişim tarihi: 7 Temmuz 2017).
- Fosfortek**, 2012, Fosforesans Pigmentlerin Tarihçesi, <http://www.fosfortek.com.tr/files.pigmentlerintarihçesi.pdf> (Erişim Tarihi: 18.10.2014).
- Garlick, G. F. J and Mason D. E.**, 1949, Electron traps and infrared stimulation of phosphors. Journal of Electrochem. Soc., 96(2), 90-113p.
- Gao, F., Xiong, Z., Xue, H. and Liu, Y.**, 2009, “Improved Performance of Strontiumaluminat Luminous Coating on the Ceramic Surface”, Symposia D, E and F from MRS International Materials Research Conference, Journal of Physics: Conference Series, 152p.
- Gibilisco, S.**, 2007, Alternative Energy Demystified, A Self-Teaching Guide, McgrawHill Companies, USA, P.173.
- Glowway**, 2012, “Aviapolis Train Station”, <http://www.glowway.com/projects.html> (Erişim tarihi: 23 Ocak 2017).
- Göksu, Ç.**, 1999, Güneş-Kent, Güneş Enerjili Yerleşim Modeli, Güneş Kitapları Dizisi, Göksu Yayınları, Ankara, 88-134s.
- Görez, T. ve Alkan, A.**, 2005, “Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Hidroelektirik Enerji Potansiyeli”, 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, [http://www.emo.org.tr/ekler/7267ca39f652c0d\\_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/7267ca39f652c0d_ek.pdf), (Erişim tarihi: 10 Nisan 2017)



**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Gültekin, D.**, 2013, Mikronize Dolomitin Fotolüminesans Harç Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Maden Mühendisliği Anabilim Dalı, 1s (yayımlanmamış).
- Güvenç, B.**, 2008, Sürdürülebilirlik Bağlamında Ekolojik Tasarım Prensiplerinin Mimaride Uygulanabilirliğinin İrdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, 49-50-52-55s (yayımlanmamış).
- Habitat Derneği**, 2017, “Geçmişten Bugüne Enerji Kullanımı”, [http://habitatderneği.org/tr/dl/yayin/TemizEnerjiYayinlari/G\\_Bugune.pdf](http://habitatderneği.org/tr/dl/yayin/TemizEnerjiYayinlari/G_Bugune.pdf), (Erişim tarihi: 8 Temmuz 2017).
- Hamamcı, C. ve Keleş, R.**, 1993, Çevrebilim, İmge Kitabevi, Ankara, 312s.
- Hocaoğlu, F. O. ve Kurban, M.**, 2005, Rüzgar Gücünden Elektrik Enerjisi Üretimi İçin Rüzgar Türbini Tasarımı, EVK 1. Enerji Verimliliği ve Kalitesi Sempozyumu Notları, Kocaeli, 124s.
- IEA**, 2008, Promoting Energy Efficiency Investments case studies in the residential sector.
- Instructables**, “Glow Table”, <http://www.instructables.com/id/Glow-table/> (Erişim tarihi: 5 Mart 2016).
- International Hydropower Association**, 2016, [https://www.hydropower.org/downloads/IHA\\_Brochure\\_Turkish.pdf](https://www.hydropower.org/downloads/IHA_Brochure_Turkish.pdf) (Erişim tarihi: 17 Mart 2016).
- Kalkan, N.**, 2008, HITC İodide Laser Boyasının Spektroskopik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, 38s (yayımlanmamış).

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Karacaoğlu, E.**, 2014, Beyaz Işıldama Sergileyen İnorganik Esaslı Fosforesans Pigmentlerin Üretimi Ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Malzeme Bilimi ve Mühendisliği Anabilim Dalı, 92s (yayımlanmamış).
- Karacaoğlu, E. ve Karasu, B.**, 2013, The Effects of Re-Firing Process under Oxidizing Atmosphere and Temperatures on the Properties of Strontium Aluminate Phosphors, Materials Research Bulletin, 48, 10, 3702-3706p.
- Karagöz, S. E.**, 2008, Floresan Boyarmaddelerle Çeşitli Liflerin Boya-Baskı Olanakları Ve Haslıklarının Geliştirilmesinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı, 1-2s (yayımlanmamış).
- Karakaş, C.**, 2010, Modifiye Edilmiş Sol - Jel Prosesiyle Stronsiyum Alüminat Esaslı Fosforesans Malzeme Sentezi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Anabilim Dalı, 6s.
- Karasu, B., Yeşilay, S., Karacaoğlu, E. ve Çakı, M.**, 2010, Fosforesans Özelliğe Sahip Mavimsi-Yeşil Pigmentlerin Üretimi ve Dekor Pişirimi Duvar Karosu Sırlarında ve Vetroza Uygulamalarında Kullanımı, Tübitak 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projelerini Destekleme Programı, Proje Son Raporu, 108M464.
- Karasu, B., Kaya, G. ve Kısacık Y.**, 2005, Uzun Işıma Süreli Fosforesans Özelliğe Sahip  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{+2}$ ,  $\text{Dy}^{+3}$  Sisteminde Pigment Üretimi, 3. Uluslararası Katılımlı Seramik, Cam, Emaye, Sır ve Boya Semineri, 750-756s.
- Karasu, B. ve Yeşilay Kaya, S.**, 2011, Mavimsi-Yeşil Ve Sarımsı-Yeşil Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Duvar Karosu Vetroza Uygulamalarında Kullanımı, Seramik Türkiye Dergisi, No:35, 128-134s.
- Kayacı, D., Akbay, A., ve Kunduracı, N.**, 2014, Geleceği Aydınlatan Lavabolar, Bülent Ecevit Üniversitesi 1.Arge Proje Pazarı, Zonguldak.

### KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Kaymak, M.E.**, 2009, 20. Yüzyılda Alternatif Enerji Kaynaklarının Gelişimi Ve Buna Paralel Olarak Otomobil Tasarımına Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı, 95-115s (yayımlanmamış).
- Kelek, F.**, 2008, Bilgisayar Destekli Fotoluminesans Ölçüm Sisteminde Monokromatörün Mikro denetleyici ve Adım Motor İle Kontrolü, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, 5s (yayımlanmamış).
- Koo Jeong A.**, 2014, “Otro”, <http://www.escaut.org/projects/public-spaces/otro> (Erişim tarihi: 30 Ekim 2016).
- Kozak, M. ve Kozak, Ş.**, 2012, Enerji depolama yöntemleri, SDU International Journal of Technologic Science, Vol. 4, No 2, 17-29s.
- Köse, F. ve Özgören, M.**, 2015, Enerji Dönüşüm Sistemleri, Ders Notları, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Konya, 4s.
- Küçüköztürk, Y.**, 2007, “Maddeler Nasıl Işık Saçar?”, [http://www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kimya\\_egitimi\\_ogrenci\\_deneyleri/maddelerin\\_isik\\_sacmasi.pdf](http://www.kimyaegitimi.org/sites/default/files/kimya_egitimi_ogrenci_deneyleri/maddelerin_isik_sacmasi.pdf) , (Erişim Tarihi: 16.11.2015).
- Külekcı, Ö.C.**, 2009, Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi, Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1(2); Ankara, 81-93s.
- Lehmann, W.**, 1972, Activators and Co-activators in Calcium Sulfide Phosphors. *Journal of Lumin*, 5(2), 87-107p.
- Leveren, H.W.**, 1949, An Introduction to Luminescence of Solids. New York: John Wiley&Sons.

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Li, Z., Lei, C., and Wendi, T.,** 2013, Rare Earth Luminescent Materials in Landscape Lighting Application Applied Mechanics and Materials, Vol 302, 227-229p.
- Lin, Y., Tang, Z., Zhang, Z., Wang, X. and Zhang, Y.,** 2001, Preparation Of A New Long Afterglow Blue Emitting  $\text{Sr}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$ : Based Photoluminescent Phosphor. Journal Of Mater. Sci. Lett, 14(16), 1505-1506p.
- Liu, Y., Lei, B., Chunshan Shi,** 2005, Luminescent Properties of a White Afterglow Phosphor  $\text{CdSiO}_3$ :  $\text{Dy}^{3+}$ , *Chem. Mater.*, 17 (8), 2108-2113p.
- Lucedentro,** 2014, “Avatar Garden”, <http://www.lucedentro.com/en/products/catalogue/avatar-garden-butterflies/>, (Erişim tarihi: 10 Mart 2016).
- Lucedentro,** 2015, <http://www.lucedentro.com/en/products/custom/glass-staircase/> ( Erişim tarihi: 23 Haziran 2015).
- Lucedentro,** 2016a, “Sandwich Glass”, <http://www.lucedentro.com/en/products/custom/photoluminescent-sandwich-glass/> (Erişim tarihi: 12 Şubat 2016).
- Lucedentro,** 2016b, <http://www.lucedentro.com/en/products/catalogue/photoluminescent-mosaic-opus-one/> (Erişim tarihi: 17 Mayıs 2016).
- Lucedentro,** 2016c, <http://www.lucedentro.com/en/catalogue-download-en/> , (Erişim tarihi: 24 Şubat 2016).
- Lucedentro,** 2017a, <http://www.lucedentro.com/en/products/catalogue/luke-by-karim-rashid/> ( Erişim tarihi: 2 Şubat 2017).
- Lucedentro,** 2017b, <http://www.lucedentro.com/en/blog-en/alienskin-the-photoluminescent-sportswear/> (Erişim tarihi: 2 Şubat 2017).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Luitel, H., Watari, T., Torikai, T. and Yada, M.,** 2009, Effects of Particle Size and Type of Alumina on the Morphology and Photoluminescence Properties of  $\text{Sr}_4\text{Al}_{14}\text{O}_{25}:\text{Eu}^{2+}\text{Dy}^{3+}$  Phosphor, Research Letters in Material Science, 1-4p.
- Makina Mühendisleri Odası,** “Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi Sonuç Bildirgesi”, <http://www1.mmo.org.tr/etkinlikler/gunesenerji/index.php?etkinlikkod=67> (Erişim tarihi: 10 Şubat 2016).
- Malkoç, E.,** 2002, Aquaparkların (Su Parklarının) Planlama Ve Tasarım İlkeleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 129s (yayımlanmamış).
- Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi,** “Moleküler Lüminesans Spektroskopisi” [http://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/1127\\_905\\_dosya.pdf](http://abs.mehmetakif.edu.tr/upload/1127_905_dosya.pdf) (Erişim Tarihi: 5 Ekim 2015).
- Mutlu, N.,** 2011, Sürdürülebilirlik Açısından Enerji ve Yapı İlişkisi, Ekolojik Tasarım, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı, 17-19-20-21-25s (yayımlanmamış).
- Nevana Designs,** 2016, “Starpath”, <https://nevanadesigns.com/starpath-gallery/>, (Erişim tarihi: 2 Mart 2016).
- Nevana Designs,** 2017, “Nissan Leaf”, <https://nevanadesigns.com/nissan-uk/> (Erişim tarihi: 5 Şubat 2017).
- Oktik, Ş., Tozlu C., Eke, R., Eltez, M.,** 2005, Güneş Enerjisi ve Muğla Üniversitesi Temiz Enerji Kaynakları Araştırma Geliştirme Merkezi (Mütek- Arge) Uygulamaları, 24. Enerji Verimliliği Haftası Etkinlikleri, Ankara.
- Öztürk Sarı, S.,** 2013, Enerji Etkin Tasarımda Bir Arakesit: Toprak Örtülü Yapılar, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 15-16s (yayımlanmamış).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Punto Zero**, 2014, “Pavimenti in Resina Luminescente”,  
<http://puntozero.org/resina-epossidica/luminescente/pavimenti-in-resina-luminescente> (Erişim tarihi: 4 Aralık 2016).
- Ralston, T.**, 2015, “Lumi Lumi Balls”,  
<http://www.lumilumiballs.com/gallery/lumilumi-balls>, (Erişim tarihi: 3 Mart 2015).
- Reskate Art and Crafts Studio**, 2016, “Unawareness”,  
<http://www.reskatestudio.com/works/unawareness-fisart-romania> , (Erişim tarihi: 25 Haziran 2017).
- Roosegaarde, D.**, 2013, “Glowing Line”,  
<https://www.studioroosegaarde.net/project/glowing-lines>, (Erişim tarihi: 4 Aralık 2015).
- Roosegaarde, D.**, 2016, ‘Van Gogh Path’,  
<https://www.studioroosegaarde.net/project/van-gogh-path>, (Erişim tarihi: 21 Mart 2016).
- Rubio, J., C.**, 2016, “This Glow-İn-The-Dark Cement Could Totally Change How We Light Cities”,  
<https://www.curbed.com/2016/5/16/11673714/glow-in-the-dark-cement-mexico-roads> ( Erişim tarihi: 14 Mayıs 2017).
- Sakar, R.**, 2017, Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretimi,  
[http://www.emo.org.tr/ekler/191b91cbd52c3fc\\_ek.pdf?dergi=4](http://www.emo.org.tr/ekler/191b91cbd52c3fc_ek.pdf?dergi=4) (Erişim tarihi: 5 Mayıs 2017).
- Saleh B. E. A. and Teich M. C.**, 1991, Fundamentals of Photonics Serincan U.
- Skoog, D. A., Holer, F. J. and Nieman, T. A.**, 1997, “Moleküler Lüminesans Spektrofotometri”, *Enstrümantal Analiz*, Bilim Yayıncılık, Ankara.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

- Soylu, A. ve Türkay, M.**, 2005, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Geçiş Sürecinin Planlanmasında Doğrusal En İyileme Tekniğinin Kullanılması, 3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, 1s.
- Şen, Z.**, 2002, “Temiz Enerji ve Kaynakları”, Su Vakfı Yayınları, İstanbul.
- Şenol, L.**, 2016, Yapısal Eşitlik Modeli'nin İmalat İşletmelerinde Enerji Verimliliğinin İncelenmesi Amacıyla Kullanılması, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 1-3s (yayımlanmamış).
- Şenpınar, A. ve Gençoğlu, M. T.**, 2006, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri Açısından Karşılaştırılması”, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları, 50-51s.
- Tamsü Selli, N. and Tunalı, A.**, 2014, Using of Photoluminescent Tile for Evacuation of the Buildings During Electrical Failure, Journal of Materials Science and Engineering B 4 (4):116-117p.
- Taşyürek, M., ve Acaroğlu, M.**, 2007, “Biyoyakıtlarda (Biyomotorinde) Emisyon Azaltımive Küresel Isınmaya Etkisi” Verimlilik Dergisi, a.g.e., 162s.
- Tekin, A.**, 2011, Enerji Üretimi ve Kullanımının Çevreye Olan Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 8s (yayımlanmamış).
- TPA Instytut Badan Technicznych**, 2014, “Glow in the Dark Bike Path”, <http://warszawa.wyborcza.pl/warszawa/51,34862,20752021.html?i=0> (Erişim tarihi: 1 Şubat 2017).
- Tuğyan Muhtaroğlu, K.**, 2012, Güneş Enerjisini Elektrik Enerjisine Çeviren Çevre Dostu Sistemin Tasarlanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 8s (yayımlanmamış).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Turkcewiki**, 2017, “Enerji Kaynakları”, [http://www.turkcewiki.org/wiki/Enerji\\_kaynaklar%C4%B1](http://www.turkcewiki.org/wiki/Enerji_kaynaklar%C4%B1) (Erişim tarihi: 23 Nisan 2017).
- Türk Sanayicileri Ve İşadamları Derneği**, 1994, Enerji Sektöründe Geleceğe Bakış Arz, Talep Ve Politikalar, Yayın No: TÜSİAD-Y/94, 11-168, 15s.
- TÜBİTAK**, 2013, [http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/btyk\\_26\\_yeni\\_kararlar.pdf](http://www.tubitak.gov.tr/sites/default/files/btyk_26_yeni_kararlar.pdf) (Erişim tarihi: 2 Temmuz 2017).
- Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği**, “Türkiye RES Durumu”, <http://www.tureb.com.tr/bilgi-bankasi/turkiye-res-durumu> (Erişim Tarihi: 10 Temmuz 2016).
- Ültanır, M.Ö.**, 1996, “21. Yüzyılın Eşiğinde Güneş Enerjisi”, Bilim ve Teknik, Sayı: 340, 50-55s.
- Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T.**, 2006, “Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”, I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi, Eskişehir, 270s.
- Varış, E.**, 2005, Floresans Boyarmaddelerin Tekstil Materyallerinde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tekstil Eğitimi Anabilim Dalı, 116s (yayımlanmamış).
- Vidrepur**, 2017, “Glow in the Dark Mosaic Tiles” [http://www.vidrepur.us/650038\\_en/Projects/](http://www.vidrepur.us/650038_en/Projects/) (Erişim tarihi: 8 Mayıs 2017).
- Yamamoto, H. and Matsuzawa, T.**, 1997, “Mechanism of long phosphorescence of  $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$  and  $\text{CaAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Nd}^{3+}$ ,” J. Lumin., **72**, 287p.
- Yegin, N.**, 2011, Çevre Ve Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Enerji Etkin Peyzaj Planlama Yaklaşımı İzmir / Urla Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 1-13-25s (yayımlanmamış).



## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yegin, N. ve Bayulu, F.**, 2010, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Tarım İşletmelerinde Kullanımı ve Uygulama Biçimleri, Ankara.
- Yeşilbaş, S.**, 2014, Yeşil Binaların Yapım ve Yönetim Tekniklerinin Enerji ve Çevre Dostu Tasarımda Liderlik (LEED) Kriterleri Kapsamında İncelenmesi Ve Peyzaj Mimarlığı Meslek Disiplini İle İlişkilerinin İrdelenmesi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 35s (Yayımlanmamış).
- Yen, W. M., Shionoya, S. ve Yamamoto, H.**, 1995, *Phosphor handbook*, CRC Press.
- Yeşilay Kaya, S.**, 2011, İnorganik Esaslı Fosforesans Pigmentlerin Üretimi, Geleneksel Cam Ve Sır Sistemlerinde Kullanımı, Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Seramik Mühendisliği Anabilim Dalı, 1s (yayımlanmamış).
- Yen, W. M., Shionaya, S. and Yamamoto, H.**, 2006, *Phosphor Handbook (Second Edition)*, Florida: CRC Press, 27-29s.
- Yen, M. W., Shionoya, S. and Yamamoto, H.**, 2007, *Fundamentals of phosphors*, CRC Pres, Taylor & Francis Group.
- Yen, W. M., Jia, W., Lu, L. and Yuan, H.**, 2000, Long persistence blue phosphors, United States Patent, No: 6117362.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü**, “Güneş Enerjisi ve Teknolojileri”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx) (Erişim Tarihi: 10 Eylül 2015).
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü**, “Rüzgar Enerjisi”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx) (Erişim tarihi: 2 Şubat 2017).
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü**, “Biyokütle Enerjisi Nedir?”, [http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_enerjisi.aspx](http://www.eie.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx) (Erişim Tarihi: 20 Kasım 2016).

## KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- Yıldız, M.**, 2006, Dünya ve Türkiye’de Alternatif ve Fosil Enerji Kaynaklarının Geleceğe Yönelik Etüdü, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 35-48s.
- Yılmaz, D., Güder, G., Dikidaş, T.**, 2014, Luminesans (Parlayan) İpliklerin Morfolojik ve Parlama Özellikleri İle Parlama Dayanıklılığının İncelenmesi, Tekstil ve Mühendis, 21: 94, 1-12s. <http://dx.doi.org/10.7216/130075992014219401> (Erişim Tarihi: 25 Mart 2015).
- Yurtsev, A. A.**, 2015, Sürdürülebilir Mimarlık Kapsamında Enerji Etkin Peyzaj Tasarım Yaklaşımları, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 88s.
- Yumurtacı, Z. ve Bekiroğlu, N.**, 2011, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri, 6.Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Kayseri.
- Yücel, Y.**, 2016, Güneş Enerjisinden Yararlanmak Amacı İle Fotovoltaik Sistemlerin Binalarda Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Teknolojileri Programı, 2s.
- Yüksel, M.**, 2008, Orta Anadolu Flüoritlerinin (CaF<sub>2</sub>) Termoluminesans (TL) Işıma Tepelerine Tavlamanın Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik Anabilim Dalı, , 7-8s.
- World Energy Council Turkish National Committe**, 2009, “Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi”, 1-212s.
- Wu, H., Hu, Y., Chen, L., and Wang, X.**, 2011, Enhancement On The Afterglow Properties Of Sr<sub>2</sub>MgSi<sub>2</sub>O<sub>7</sub>: Eu<sup>2+</sup> By Er<sup>3+</sup> Codoping, Journal Of Materials Letters, 65(17-18), 2676-2679p.

**KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)**

**Zolnoun, S.**, 2013, Peyzaj Mimarlığında Enerji Etkin Tasarım Yaklaşımları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı, 6-9s.



**ÖZGEÇMİŞ****KİŞİSEL BİLGİLER**

Adı : Melda

Soyadı : Köse

Doğum Tarihi : 20.11.1989

Doğum Yeri : Aydın

Yabancı Dil : İngilizce

E-posta : [meldaakose@gmail.com](mailto:meldaakose@gmail.com)

**EĞİTİM DURUMU**

1996 - 2003 : Kars-Halil Atilla İlkokulu, İzmir

2003 – 2007 : Sıdıka Rodop Lisesi (YDA), İzmir

2008 – 2012 : Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü

2013 – 2018 : Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı