



ISPARTA
UYGULAMALI BİLİMLER
ÜNİVERSİTESİ

YALVAÇ AKADEMİ DERGİSİ (JOURNAL OF YALVAC ACADEMY)



<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

e-ISSN: 2548-0820



Yıl
2019

Cilt
4

Sayı
1

YALVAÇ AKADEMİ DERGİSİ

Yıl: 2019

Sayı: 1

Editor

Remzi GÜRFİDAN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

Editor Kurulu

İsmail İlke KÖSE
İbrahim GENÇ
Ahmet ÇAYIRÇİMEN
Meriç PEHLİVAN

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

İletişim Adresi

Yalvaç Akademi Dergisi Ofisi
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi
Yalvaç Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu
Yalvaç / Isparta / Türkiye

Telefon ve E-mail

Tel: 0506 955 66 69

E-mail: yalvacakademi@gmail.com

E-ISNN: 2548-0820

İÇİNDEKİLER

SAYFA

Araştırma Makaleleri

¹⁶O+¹⁶O SAÇILMASI İÇİN $E_{LAB}=145-1120$ MEV ARALIĞINDA TEK-KANAL OPTİK MODEL POTANSİYEL FORMLARI İLE DİFERANSİYEL TESİR-KESİTİ HESAPLAMALARI

Oğuz ÖZTÜRK, Mehmet Ertan KÜRKÇÜOĞLU, Merve TÜLÜER..... 1-8

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KONFERANS/TOPLANTI SALONLARI VE BAYBURT ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİNDE KONFERANS SALONLARINDA AKUSTİK TASARIM

Mustafa KAVRAZ..... 9-22

PİRİNÇ BİTİ SİTOPHİLUS ORYZAE POPÜLASYONLARINDA WOLBACHİA'NIN BELİRLENMESİ

Erhan KOÇAK, Kübra TÜRKMEN..... 23- 31

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA ENTEGRE MÜCADELE ÇALIŞMALARININ ÜLKEMİZ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Birol AKBAŞ..... 32- 40

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE MİMARİ TASARIMDA BİÇİMLENİŞİ

Sevim ATEŞ CAN, Birkan ÖZİPEK..... 41-55



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

$^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ SAÇILMASI İÇİN $E_{\text{LAB}}=145-1120$ MEV ARALIĞINDA TEK-KANAL OPTİK MODEL POTANSİYEL FORMLARI İLE DİFERANSİYEL TESİR-KESİTİ HESAPLAMALARI

Oğuz Öztürk^{1,2}, Mehmet Ertan Kürkçüoğlu^{3*}, Merve Tülüler⁴

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Yalvaç Teknik Bilimler MYO, Yalvaç/Isparta, Türkiye

²Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Fizik ABD, Isparta, Türkiye

³Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü, Isparta, Türkiye

⁴TBE Özel Bucak Koleji, Bucak/Burdur, Türkiye

*ertankurkuoglu@sdu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, $E_{\text{LAB}}=145, 250, 350, 480, 704$ ve 1120 MeV gelme enerjileri için $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastik saçılmasının tek-kanal optik model analizleri FRESKO bilgisayar programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneysel diferansiyel tesir-kesiti ölçümleri, WS_2+iWS_2 ve WS_2+iWS tipindeki fenomenolojik potansiyel formları ile yapılan hesaplamalarla karşılaştırılmıştır. Deneysel veriler ile teorik hesaplamalar arasındaki uyum χ^2 hata hesabı ile belirlenmiştir. Bu çalışmanın limitleri dahilinde, WS_2+iWS_2 formundaki potansiyel ile yapılan analizlerin biraz daha başarılı olduğu bulunmuş ve önceki hesaplamalarımıza göre daha düşük χ^2 değerlerine ulaştıran yeni parametre değerleri önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ saçılması, Optik model, Fenomenolojik potansiyel, Tesir-kesiti

DIFFERENTIAL CROSS-SECTION CALCULATIONS FOR $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ SCATTERING BY SINGLE-CHANNEL OPTICAL MODEL POTENTIAL FORMS AT $E_{\text{LAB}}=145-1120$ MEV

ABSTRACT

In the present work, single-channel optical model analyses of $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastic scattering for the incident energies of 145, 250, 350, 480, 704 and 1120 MeV were performed using FRESKO computer program. Experimental differential cross-section measurements were compared with the outcomes of the calculations made for the phenomenological potential forms WS_2+iWS_2 and WS_2+iWS . The agreement between the experimental data and the theoretical calculations was determined by the χ^2 criterion. Within the limitations of this study, it is found that more successful analyses obtained by using WS_2+iWS_2 potential form and new parameter values introduced, which lead to lower χ^2 values than our previous calculations.

Keywords: $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ scattering, Optical model, Phenomenological potential, Cross-section

1. GİRİŞ

Nükleer reaksiyonlarda iki çekirdek arasındaki etkileşmelerin izahı çok-parçacık probleminin çözümü ile mümkündür. Bu problem, içerdiği matematiksel zorluklar sebebiyle henüz tam olarak çözülmüş değildir. Böyle durumlarda fiziksel bilgiye ulaştırılan basitleştirilmiş modellerden yararlanılmaktadır. Hafif ağır-iyon etkileşmelerine ait elastik ve inelastik saçılmaların analizlerinde oldukça başarılı olan optik model, yaygın olarak kullanılan basitleştirilmiş nükleer modellerden birisidir (El-Azab Farid vd., 2001).

Ağır-iyon saçılması uzun yıllardan beri artan bir ilgi ile çalışılmaktadır. Bu saçılma süreçleri hem deneysel hem de teorik olarak kapsamlı bir biçimde incelenmektedir. Ağır-iyon reaksiyonlarına yönelik araştırmalarda, deneysel olarak ölçülen elastik saçılma tesir-kesiti verilerini açıklamak amacıyla kullanılacak teorik yaklaşım için en uygun nükleer potansiyel yapısının belirlenmesi işlemi önemli bir yere sahiptir (Rahmat ve Modarres, 2018).

Mermi parçacık ile hedef arasındaki en temel nükleer etkileşmelerden biri olan elastik saçılma, optik modelde ilk olarak fenomenolojik potansiyellerin (Woods ve Saxon, 1954) kullanımı ile anlaşılmuştur (Minomo vd., 2016). Elastik saçılma mekanizması, sadeliğinin yanı sıra çekirdek yapısının aydınlatılması ve nükleonlar arasındaki kuvvetlerin incelenmesi bakımından nükleer fiziğin ilgi alanı olmuştur (Brandan ve Satchler, 1997). Özellikle soğurulmanın nispeten zayıf olduğu ve kırılma etkilerinin ortaya çıktığı hafif ağır-iyon reaksiyonlarına yönelik elastik saçılma çalışmaları, ağır iyonlar arasındaki etkileşimin anlaşılmasında önemli bir role sahiptir (Hassanain ve Al Sebiey, 2014).

$^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ saçılması, sergilediği dikkat çekici nükleer özellikler sebebiyle hafif ağır-iyon reaksiyonları arasında özel bir yere sahiptir. Literatürde, oksijen çekirdekleri arasındaki elastik ve inelastik saçılmaların incelendiği birçok deneysel ve teorik çalışma mevcuttur (Maher vd., 1969; Kondo vd., 1989; Brandan ve Satchler, 1991; Sugiyama vd., 1993; Bartnitzky vd., 1996; Kondo vd., 1996; Brandan ve Satchler, 1997; Nicoli vd., 1999; Khoa vd., 2000; Gonzalez ve Brandan, 2001; Kürkçüoğlu ve Aytekin, 2006; Kürkçüoğlu vd., 2006; Aytekin vd., 2007; Hassanain vd., 2013; Kürkçüoğlu vd., 2013; Hassanain ve Al Sebiey, 2014; Kürkçüoğlu ve Tülüler, 2015). Optik model yaklaşımı çerçevesinde gerçekleştirilen çalışmalarla birlikte $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ sistemi için etkileşme potansiyelinin yapısına dair önemli mesafeler katedilmiştir.

Çalışmamızda, nükleer potansiyeli oluşturmada farklı iki fenomenolojik potansiyel formu kullanılarak, $E_{\text{LAB}}=145, 250, 350, 480, 704$ ve 1120 MeV gelme enerjilerinde $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastik saçılması için elde edilen tek-kanal optik model analizleri sunulmaktadır. Hesaplamalar FRESKO bilgisayar programı (Thompson, 1988; Thompson, 1997) ile gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda kullanılan optik model potansiyelinin genel yapısı izleyen bölümde tanıtılmaktadır. Sonraki bölümlerde ise fenomenolojik optik model potansiyelleri ile ulaşılan sonuçlar tartışılarak değerlendirilmektedir.

2. OPTİK MODEL POTANSİYELİ

Nükleer saçılma reaksiyonlarını açıklamak için sıklıkla kullanılan optik model, soğurma etkilerinin olduğu durumda elastik saçılmayı yalnızca gelen parçacığın davranışını göz önüne alarak inceleyen başarılı bir modeldir. Mermi ile hedef arasındaki iki-cisim etkileşmesini indirgenmiş kütlelerin bir potansiyelden saçılması problemine dönüştürerek saçılma problemini daha basit anlamayı sağlayan bu modelde, karmaşık yapıdaki nükleer potansiyelin gerçel kısmı elastik saçılmayı, sanal kısmı ise soğurulmayı ifade eder (Kürkçüoğlu ve Tülüler, 2015). Optik model potansiyeli, nükleer fizikte, yalnızca nükleer reaksiyon verilerini analiz etmek için değil aynı zamanda nükleer reaksiyon mekanizmalarını ve karmaşık nükleer sistemler arasındaki temel etkileşimleri anlamak için de kullanılmaktadır (Furumoto vd., 2014).

Optik modelin uygulanmasında ilk olarak uygun bir potansiyel şekli seçilmelidir. Seçilen potansiyel formunun derinlik ve geometri parametreleri, mevcut deneysel verilere en iyi uyumu gösterecek biçimde belirlenmelidir. Potansiyel formunun artan yarıçapa bağlı üstel olarak azalması ve çekirdek kuvvetlerinin doyum özelliğini sağlayacak şekilde sabit olması istenir. Bu yüzden optik potansiyelin gerçel ve sanal kısımları için bu özellikleri sağlayan Woods-Saxon (WS) şekli (Woods ve Saxon, 1954) yaygın biçimde kullanılmaktadır. Woods-Saxon şekil çarpanının genel ifadesi

$$f^n(r, r_i, a_i) = \frac{1}{\left[1 + \exp\left(\frac{r - r_i A^{1/3}}{a_i}\right)\right]^n} \quad (1)$$

biçimindedir. Denklemden r, r_i ve A sırası ile, mermi ile hedef parçacığın merkezleri arası uzaklığı, çekirdek potansiyelinin merkez değerinin yarısına düştüğü yarıçapı (indirgenmiş yarıçap) ve kütle numarasını göstermektedir. A_t (hedef çekirdek kütlesi) ve A_p (mermi çekirdek kütlesi) arasında $A^{1/3} = A_t^{1/3} + A_p^{1/3}$ ilişkisi mevcuttur. Yayılma (difüzyon) parametresi a_i ise potansiyelin maksimum değerinin %90'ından %10'una düştüğü noktalar arasındaki uzaklıktan elde edilir (Kürkçüoğlu ve Aytekin, 2006). Bu denklemden, WS formu için $n = 1$ ve Woods-Saxon kare (WS2) formu için ise $n = 2$ alınır.

Optik model çerçevesinde, $^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ sistemi için etkileşim potansiyelinin yapısı

$$V(r) = V_C(r) + V_N(r) + V_l(r) \quad (2)$$

denkleminle genel bir biçimde ifade edilebilir. Burada $V_C(r)$ Coulomb potansiyelini, $V_N(r)$ nükleer (ya da merkezi) potansiyeli ve $V_l(r)$ merkezci potansiyeli temsil eder. Coulomb potansiyeli ve merkezci potansiyelin tanımları açık ve nettir (Aytekin vd., 2007). Ancak, nükleer potansiyelin yapısı tam olarak anlaşılabilmiş değildir (Brandan ve Satchler, 1997). Hafif ağır-iyon reaksiyonlarının incelenmesinde hayati bir problem teşkil eden husus, bu potansiyel şeklinin doğru belirlenmesidir. Bu bağlamda, spesifik bir reaksiyon ele alındığında, $V_N(r) = V_{gerçel}(r) + V_{sanal}(r)$ ifadesi ile tanımlanan nükleer potansiyelin gerçel ve sanal kısımları için en uygun potansiyel formlarının seçilmesi yapılacak analizler açısından büyük önem arz eder. Çalışmamızda kullanılan temel nükleer potansiyelin gerçel ve sanal kısımları sırasıyla,

$$V_{gerçel}(r) = \frac{-V_0}{\left[1 + \exp\left(\frac{r - r_0 A^{1/3}}{a_0}\right)\right]^2} \quad (3)$$

$$V_{sanal}(r) = \frac{-W_V}{\left[1 + \exp\left(\frac{r - r_V A^{1/3}}{a_V}\right)\right]^n} \quad (4)$$

olarak gösterilebilir. Bu eşitliklerdeki, V_0 ve W_V sırasıyla, gerçel ve sanal potansiyellerin derinliklerini ifade eder. r_0, a_0, r_V ve a_V ise ilgili potansiyellere ait geometri parametreleridir (Tülüler, 2015).

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

$^{16}\text{O} + ^{16}\text{O}$ elastik saçılmasına ait tek-kanal optik model analizleri, Denklem (5) ve Denklem (6) ile verilen temel potansiyel formları,

$$V_1 = WS2 + iWS2 \quad (5)$$

$$V_2 = WS2 + iWS \quad (6)$$

kullanılarak 145, 250, 350, 480, 704 ve 1120 MeV enerjileri için gerçekleştirilmiştir. FRESKO kodu ile yapılan hesaplamamızda Coulomb potansiyeli yarıçapı (r_C) 1,2 fm olarak alınmıştır. Her bir gelme enerjisi değeri için hem V_1 hem de V_2 potansiyel formlarına ait derinlik ve geometri parametreleri serbest bırakılarak, deneysel tesir-kesiti ölçüm verilerine en iyi uyumu gösteren analizler araştırılmıştır. Deneysel veriler ile hesaplanan değerler arasındaki uyum Denklem (7) ile verilen χ^2 hata hesabı ile değerlendirilmiş ve elde edilen en iyi analizlere ait parametre değerleri Tablo 1’de sunulmuştur.

$$\chi^2 = \frac{1}{N_\sigma} \sum_{i=1}^{N_\sigma} \frac{(\sigma_{teo} - \sigma_{den})^2}{(\Delta\sigma_{den})^2} \quad (7)$$

Burada N_σ ölçülen açıların sayısını, σ_{teo} hesaplanan tesir-kesiti değerlerini, σ_{den} deneysel tesir-kesiti verilerini ve $\Delta\sigma_{den}$ deneysel tesir-kesiti verilerindeki hata değerini göstermektedir.

Tablo 1. Hesaplamamızda kullanılan parametreler ve elde edilen χ^2 değerleri (aynı potansiyel formları için farklı potansiyel derinlikleri ve farklı parametre değerlerinin önerildiği önceki çalışmaya ait χ^2 değerleri Tülüler (2015) kaynağından alınmıştır)

E_{LAB} (MeV)	Potansiyel Formu	V_0 (MeV)	r_0 (fm)	a_0 (fm)	W_V (MeV)	r_V (fm)	a_V (fm)	χ^2 (bu çalışma)	χ^2 (önceki çalışma)
145	V_1	414	0,781	1,52	15,4	1,361	0,76	14,6	15,8
	V_2	413	0,790	1,52	14,3	1,273	0,49	12,7	16,0
250	V_1	352	0,802	1,46	30,9	1,248	1,06	9,2	12,4
	V_2	358	0,798	1,45	30,1	1,066	0,81	9,1	15,8
350	V_1	335	0,810	1,49	39,9	1,197	1,02	6,7	8,7
	V_2	336	0,805	1,48	37,0	1,043	0,72	8,3	9,9
480	V_1	277	0,799	1,26	45,2	1,130	1,01	45,2	46,4
	V_2	287	0,801	1,24	44,4	0,975	0,63	48,1	51,9
704	V_1	223	0,799	0,96	50,5	1,197	0,62	136,6	183,6
	V_2	235	0,759	0,97	49,4	1,058	0,44	234,8	238,5
1120	V_1	153	0,566	0,96	67,3	0,688	0,83	248,3	276,1
	V_2	155	0,546	0,96	62,4	0,582	0,55	241,5	271,4

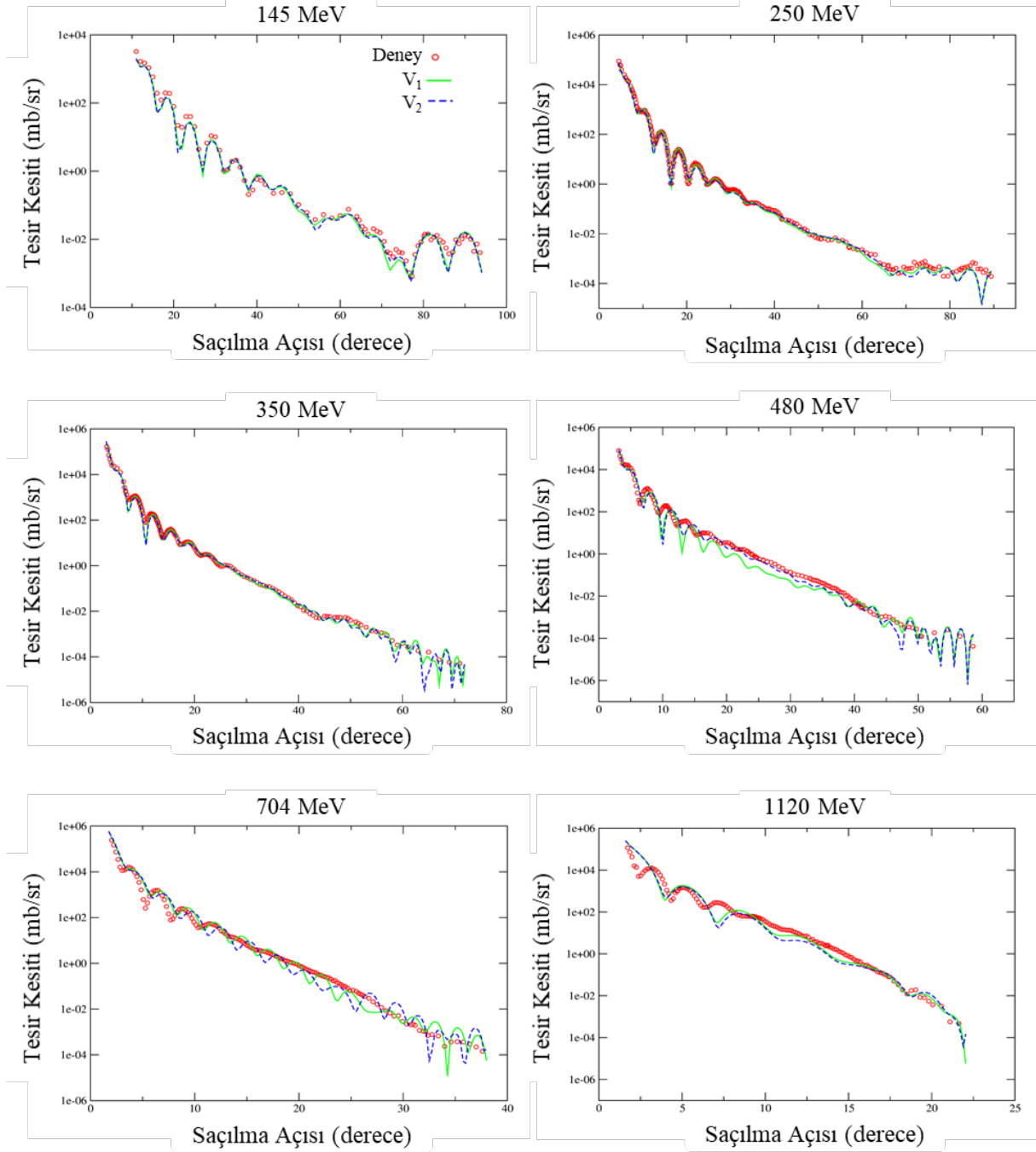
Tablo 1’deki parametreler ile yapılan hesaplamaların sonuçları deneysel veriler ile karşılaştırılmalı grafikler halinde Şekil 1’de topluca verilmiştir. Grafiklerde düşey eksen logaritmik ölçekte Rutherford diferansiyel tesir-kesitlerini, yatay eksen ise derece cinsinden saçılma açısını temsil etmektedir. Genel olarak, hesapladığımız diferansiyel tesir-kesiti verilerinin, deneysel ölçümlerle tutarlı bir davranış sergilediği ve deneysel maksimum ve minimumların doğru biçimde üretilebildiği Şekil 1’deki grafiklerde açıkça görülmektedir.

Spesifik olarak her bir gelme enerjisi ayrı ayrı incelendiğinde, 145 MeV enerjisi için V_1 ve V_2 potansiyelleri ile yapılan analiz sonuçlarının deneysel veriler ile uyumlu bir desen oluşturduğu gözlenmiştir. Saçılma açısının 20-30 derece aralığında V_1 potansiyelini kullanan hesaplama deneyi daha iyi uyum gösterirken, 50 derece civarı ve 70-80 derece aralığında V_2 potansiyeliyle yapılan analizin deneysel verilere daha yakın sonuçlar ürettiği görülmüştür. 250 MeV enerjisi için de V_1 ve V_2 potansiyeli ile yapılan analizlerin birbirine oldukça yakın sonuçlar ürettiği ve deneysel verilerle büyük oranda uyumlu olduğu söylenebilir. 10-20 derece bölgesinde V_2 'nin yer aldığı hesaplama sonuçlarının uyumu göze çarparken, 20-25 ve 70-80 derece aralıklarında V_1 potansiyelinden elde edilen sonuçların deneysel verilere daha yakın olduğu görülmektedir. $E_{LAB}=250$ MeV enerjisi için her iki potansiyel ile yapılan analizlerde elde edilen χ^2 değerleri de birbirine oldukça yakındır (Tablo 1). $E_{LAB}=350$ MeV için Şekil 1'de verilen grafikten, V_1 ve V_2 potansiyellerinin yer aldığı analizlere ait sonuçların yine genel anlamda deneysel desenle uyumlu olduğu gözlenmiştir. 25 derece civarına kadar V_1 potansiyeliyle yapılan analizin daha başarılı sonuçlar ürettiği göze çarpmakta, bu uyum χ^2 değerlendirmesinde de kendini göstermektedir (Tablo 1). 480 MeV enerjisine ait grafik incelendiğinde ise, V_2 'yi içeren analizin V_1 potansiyeli ile yapılan analize nazaran deney ile biraz daha uyumlu olduğu söylenebilir. Buna karşın χ^2 hata değerlendirmesi tersini işaret etmektedir. Bunun sebebi, küçük saçılma açılarına (5-10 derece bölgesi civarı) karşılık gelen yüksek tesir-kesiti değerlerinde, birinci potansiyelle yapılan analizin deney verileri ile daha iyi uyum göstermesidir. 704 MeV enerjisi için genel olarak, V_1 'in yer aldığı analizin deneysel verilere daha yakın sonuçlar ürettiği ve daha başarılı olduğu söylenebilir. Saçılma açısı değeri 12 derece yakınlarına kadar her iki potansiyelle elde edilen desenler yaklaşık olarak birlikte hareket ederken, 12 dereceden sonra V_2 'nin analiz sonuçlarında faz dışılık fark edilmektedir. 1120 MeV için her iki potansiyel yapısının kullanıldığı hesaplamalarla ulaşılan desenler, deneye göre yaklaşık olarak aynı seyirdedir. χ^2 değerleri (Tablo 1) arasındaki küçük fark da bu durumu destekler niteliktedir. χ^2 değerleri ve grafikler birlikte değerlendirildiğinde V_1 potansiyel formu ile yapılan analizlerin deneysel verilere uyumu, V_2 potansiyel formu ile yapılan analizlere nazaran biraz daha başarılı olduğu söylenebilir.

Teorik hesaplamalara ait analiz sonuçlarının yalnızca düşük χ^2 değerleri baz alınarak değerlendirilmesi doğru değildir. Aynı zamanda teorik olarak elde edilen tesir-kesiti verilerinin ürettiği desenler, deneysel ölçümlerin sergilediği desenlerle de uyumlu olmalıdır (Tülüler, 2015). Ayrıca, hesaplamalarda kullanılacak potansiyel derinlikleri ve geometri parametrelerine fiziksel anlamları dışına çıkacak değerler atanamaması, analizlerde kısıtlayıcı bir rol oynamaktadır. Tüm bu koşullar göz önüne alınarak 145-1120 MeV enerji aralığı için genel bir değerlendirme yapıldığında, her iki potansiyel formu kullanılarak elde edilen diferansiyel tesir-kesiti analizlerinin birbirine oldukça yakın sonuçlar verdiği görülmektedir (Tablo 1 ve Şekil 1). Bununla birlikte, V_1 potansiyelinin yer aldığı analizlere ait sonuçların deneysel ölçümleri açıklamada biraz daha başarılı olduğu söylenebilir.

Tülüler tarafından daha önce yapılan analizlerde, nükleon başına 10 MeV ve üzeri gelme enerjileri için $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastik saçılmasının diferansiyel tesir-kesiti ölçümlerini açıklamak üzere, Denklem (5) ve (6) ile verilen V_1 ve V_2 yapılarındaki potansiyel setleri kullanılmış ve tesir-kesiti hesaplamaları gerçekleştirilmiştir (Tülüler, 2015). Söz konusu analizlerde, deneysel saçılma desenini yeterince başarılı bir biçimde üretebilen ve en düşük χ^2 'yi hedefleyen fitlerin elde edilmesinin yanı sıra, potansiyel şekillerinin oluşturulmasında kullanılan parametreler ile gelme enerjisi arasında bir ilişki tesisi arayışına gidilmiştir. Bu yüzden her iki potansiyel formu ile yapılan analizler için aynı dinamik parametreler kullanılmış ve bu parametrelerin gelme enerjisine bağlı olarak değişmesi sağlanmıştır. Bu sistematik yaklaşımda ayrıca, her iki potansiyel setinin gerçel kısımlarında kullanılan geometri parametreleri de ortak alınmış, yani sabit parametrelili bir analiz elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, WS2+iWS2 potansiyel formunun (WS2+iWS formuna kıyasla) deneysel verilerle daha uyumlu sonuçlar ürettiği rapor edilmiştir (Tülüler, 2015). 145 MeV ve üzeri enerjiler için daha önce yapılan diğer analizlerde de WS2+iWS2 formundaki potansiyelin tercih edilmesi (Kondo vd., 1989; Sugiyama vd., 1993; Bartnitzky vd., 1996; Kondo vd., 1996; Khoa vd., 2000; Gonzalez

ve Brandan, 2001), $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastik saçılması için daha başarılı optik model analizleri elde etmek amacıyla V_1 formundaki potansiyelin kullanılabileceği yönündeki bulgumuzla tutarlılık içerisindedir.



Şekil 1. $E_{\text{LAB}}=145-1120$ MeV enerji aralığı için $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ elastik açılal dağılım ölçümlerinin, V_1 ve V_2 potansiyel formlarının kullanıldığı optik model hesaplamalarıyla elde edilen tesir-kesiti fitleriyle karşılaştırması (Deneysel ölçümlere ait veriler için (Sugiyama vd., 1993; Khoa vd., 2000) kaynakları esas alınmıştır)

4. SONUÇ

Bu çalışmada, iki farklı nükleer potansiyel formu (WS_2+iWS_2 ve WS_2+iWS formları) kullanılarak tekkanal optik model yaklaşımı ile $^{16}O+^{16}O$ saçılmasına ait açılal dağılım verileri, $E_{LAB}=145, 250, 350, 480, 704$ ve 1120 MeV gelme enerjileri için teorik olarak hesaplanmıştır. Analizler için kullanılan fenomenolojik potansiyeller serbest parametreler ile oluşturularak deneysel diferansiyel tesir-kesiti ölçümleri ile en iyi uyumu sağlayan potansiyel yapısı araştırılmıştır. Çalışma limitleri dahilinde, her iki potansiyel formunun birbirine yakın ve deneysel verilerle uyumlu sonuçlar ürettiği gözlenmiştir. Sanal kısmı WS_2 şekline sahip potansiyel (V_1) ile gerçekleştirilen analizin biraz daha başarılı olduğu saptanmıştır. Önerilen yeni parametrelerle yapılan bu hesaplamayla, aynı potansiyel şeklinin kullanıldığı önceki sabit parametrelili analizlerimize göre daha başarılı χ^2 değerleri elde edilmiş ve $^{16}O+^{16}O$ sistemi için (derin, çekici bir gerçel potansiyel ve daha zayıf, enerji bağımlı soğurucu formdaki bir sanal potansiyelden oluşan) optik potansiyeller ailesine bir yenisi kazandırılmıştır.

İlerideki çalışmalarda, $^{16}O+^{16}O$ saçılmasını daha başarılı bir biçimde açıklamak amacıyla temel potansiyel formuna eklenecek derin veya sığ yapıdaki ek-potansiyellerin etkisi sistematik olarak araştırılabilir veya WS_2+iWS_2 şekline sahip nükleer potansiyeli oluşturmada kullanılabilecek en uygun parametrelerin optimizasyonuna yönelik bir kodlama üzerine yoğunlaşılabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Oğuz ÖZTÜRK'ün doktora tez çalışmasından ve Merve TULÜLER'in yüksek lisans tezinden kısımlar içermektedir. Yazarlar, 3747-YL1-13 nolu BAP projesi kapsamındaki desteğinden dolayı Süleyman Demirel Üniversitesi'ne teşekkür eder.

5. KAYNAKLAR

- Aytekin, H., Kürkçüoğlu, M. E., Boztosun, İ., 2007. $^{16}O+^{16}O$ Esnek Saçılmasının Optik Model ile İncelenmesi. Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 8(1), 229-239.
- Bartnitzky, G., Blazenić A., Bohlen H. G., 1996. Model-unrestricted Nucleus-Nucleus Scattering Potentials from Measurement and Analysis of $^{16}O+^{16}O$ Scattering. Physics Letters B, 365, 23-28.
- Brandan, M. E., Satchler, G. R., 1991. Optical Potential Ambiguities and $^{16}O+^{16}O$ at 350 MeV. Physics Letters B, 256, 311-315.
- Brandan, M. E., Satchler, G. R., 1997. The Interaction between Light Heavy-ions and What it Tells Us. Physics Reports, 285, 143-243.
- El-Azab Farid, M. F., Mahmoud, Z. M. M., Hassan, G. S., 2001. Analysis of Heavy-ions Elastic Scattering Using the Double Folding Cluster Model. Nuclear Physics A, 691, 671-690.
- Furumoto, T., Sakuragi, Y., Yamamoto, Y., 2014. Medium Effect in the High-density Region Probed by Nucleus-Nucleus Elastic Scattering. Physical Review C, 90(4), 041601-1 – 041601-5.
- Gonzalez, M. M., Brandan, M. E., 2001. The Dispersion Relation Applied to the Radial Shape and Energy Dependence of the $^{16}O-^{16}O$ Potential at Intermediate Energies. Nuclear Physics A, 693, 603-615.
- Hassanain, M. A., Al Sebiey, S. M. M., 2014. Analysis of $^{16}O+^{16}O$ Elastic and Inelastic Scattering Using the Optical Model and the Coupled-Channels Mechanism. Physical Review C, 90(5), 054606-1-054606-7.
- Hassanain, M. A., Ibraheem, A. A., Al Sabiey, S. M. M., Mokhtar, S. R., Zaki, M. A., Mahmoud, Z. M. M., Behairy, K. O., El-Azab Farid, M., 2013. Investigation of $^{16}O+^{16}O$ Elastic Scattering Using the α -cluster Folding Model. Physical Review C, 87(6), 064606-1-064606-10.
- Khoa, D. T., von Orteszen, W., Bohlen H. G., Nuoffer F., 2000. Study of Diffractive and Refractive Structure in the Elastic $^{16}O+^{16}O$ Scattering at Incident Energies Ranging from 124 to 1120MeV. Nuclear Physics A, 672, 387-416.

- Kondo, Y., Robson B. A., Smith, R., 1989. A Deep Potential Description of the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ System. *Physics Letters B*, 227, 310-314.
- Kondo, Y., Sugiyama, Y., Tomita, Y., Yamamuchi, Y., Ikeoze, H., Idenio, K., Hamada, S., Sugimutsu, T., Hijiya, M., Fujita, H., 1996. Airy Minimum Crossing $\theta_{\text{cm}}=90^\circ$ at $E_{\text{lab}}=124\text{MeV}$ for the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ System. *Physics Letters B*, 365, 17-22.
- Kürkçüoğlu, M. E., 2006. $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Esnek Saçılmasının Fenomenolojik ve Mikroskopik Potansiyeller ile Optik Model Analizleri, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, Türkiye.
- Kürkçüoğlu, M. E., Aytekin, H., 2006. An Investigation of the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Elastic Scattering by Phenomenological and Double-Folding Potentials in Optical Model Formalism at the Energies Between $E_{\text{LAB}}=75$ and 145MeV . *Indian Journal of Physics*, 80(6), 641-645.
- Kürkçüoğlu, M. E., Aytekin, H., Boztosun, İ., 2006. An Investigation of the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Elastic Scattering by Using Alpha-Alpha Double Folding Potential in Optical Model Formalism. *Modern Physics Letters A*, 21 (29), 2217-2232.
- Kürkçüoğlu, M. E., Tülüler, M., 2015. $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Esnek Saçılmasının 5 MeV/n Civarında Sığ Ek-Potansiyeller Kullanılarak Tek-Kanal Optik Model Analizleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi*, 10(1): 85-94.
- Kürkçüoğlu, M.E., Cof, G., Aytekin, H., Boztosun, İ., 2013. Introducing a Global Optical Model Approach for Analysing $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Elastic Scattering at 5-10 MeV/nucleon Region. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Dergisi*, (8): 71-81.
- Maher, J. V., Sachs, R. H., Siemssen, R. H., Weidinger, A., Bromley, D. A., 1969. Nuclear Interaction of Oxygen with Oxygen. *Physical Review*, 188, 1665-1682.
- Minomo, K., Kohno, M., Ogata, K., 2016. Microscopic Coupled-Channels Calculations of Nucleus-Nucleus Scattering Including Chiral Three-Nucleon-Force Effects. *Physical Review C*, 93(1), 014607-1-014607-6.
- Nicoli, M. P., Freeman, F., Aissaou, R.M., Beck, N., Elanigue, E., Noucier, A., Morsad, R., Szilner, A., Basrak, S., Brandan, M.E., 1999. Refractive Effects in the Elastic Scattering of Light Heavy-ions between 5 and 10 MeV/n: the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Reaction. *Nuclear Physics A*, 654, 882-887.
- Rahmat, M., Modarres, M., 2018. Folding Model Analyses of $^{12}\text{C}-^{12}\text{C}$ and $^{16}\text{O}-^{16}\text{O}$ Elastic Scattering Using the Density-dependent LOCV-averaged Effective Interaction. *Physical Review C*, 97(3), 034611-1-034611-13.
- Sugiyama, Y., Tomita, Y., Ikeoze, H., Yamamuchi, Y., Idenio, K., Hamada, S., Sugimutsu, T., Hijiya M., Kondo Y., 1993. Observation of Airy Oscillation for the $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ System at $E_{\text{lab}}=145\text{MeV}$. *Physics Letters B*, 312, 35-39.
- Thompson, I. J., 1997. FRESKO, a Coupled-Channels Code, (unpublished), England.
- Thompson, I.J., 1988. Coupled Channels Methods for Nuclear Physics, *Computer Physics Reports* Vol. 7, pp. 167-212.
- Tülüler, M., 2015. $^{16}\text{O}+^{16}\text{O}$ Saçılmasının $E_{\text{LAB}}=145-1120$ MeV Enerji Aralığında Optik Model Analizleri, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Woods, R.D., Saxon, D.S., 1954. Diffuse Surface Optical Model for Nucleon-Nuclei Scattering. *Physical Review Letters*, 95, 577-578.



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

GEÇMİŞTEN GÜNÜMÜZE KONFERANS/TOPLANTI SALONLARI VE BAYBURT ÜNİVERSİTESİ ÖRNEĞİNDE KONFERANS SALONLARINDA AKUSTİK TASARIM

Mustafa KAVRAZ¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

E-posta: mkavraz@ktu.edu.tr

ÖZET

İnsanlık tarihi boyunca ses, insanların dünyayı keşfetmelerinde ve iletişimlerinde vazgeçilmezleri olmuştur. İnsanlar birbirlerine duygu ve düşüncelerini ifade edebilmek için, kendilerine veya diğer varlıklara ait seslerle sürekli bir şekilde iletişim kurmuşlardır. Modern yaşam öncesinde toplu olarak yapılan farklı faaliyetler için aynı veya benzer özelliklere sahip mekanlar kullanılırken, teknolojinin ilerleyişiyle birlikte farklı faaliyetler için işitsel olarak da daha etkili bir ortam elde etmek açısından değişik özelliklere sahip mekân tasarımları gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Bu nedenle mekanların; formları, hacimleri ve yüzeylerinde kullanılan malzemelerin fiziksel özellikleri gerçekleştirilen faaliyetlere bağlı olarak çeşitlenmiştir. Konuşma sesinin etkili olduğu mekanlarda sesin anlaşılabilirliği önem taşırken müzik sesinin etkili olduğu mekanlarda daha çok sesin canlılığı ve netliği önem taşımaya başlamıştır. Bu çalışma kapsamında, geçmişten günümüze kadar kullanılan konferans salonları belirli dönemlerdeki farklı uygulamalardan örneklerle ifade edilerek, konferans amaçlı tasarlanan Bayburt Üniversitesindeki Salonun farklı amaçlı kullanımları da dikkate alınarak tasarımına ilişkin aşamalar belirtilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Konferans Salonu, Tasarım, Akustik, Fonksiyon

CONFERENCE/MEETING HALLS FROM PAST TO PRESENT AND ACOUSTIC DESIGN IN CONFERENCE HALLS IN THE BAYBURT UNIVERSITY CASE

ABSTRACT

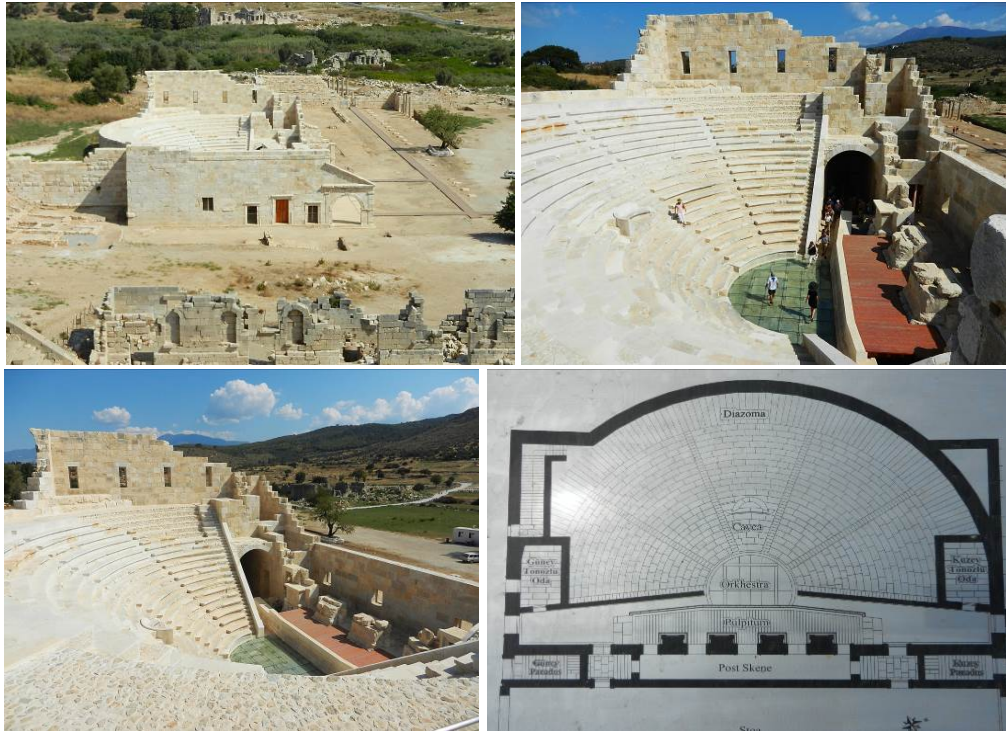
Throughout human history, sound has been indispensable for people to explore and communicate the world. In order to be able to express their feelings and thoughts to each other, people have continuously communicated with the sounds of themselves or other beings. Before modern life, people used the same or similar spaces for different activities they performed together. With the advancement of technology, different designs have been started to be realized with different features in order to obtain a more effective auditory environment. For this reason, the physical properties of the materials used in the surfaces of the spaces, the forms and the volumes of the spaces have been varied depending on the activities performed. In spaces where the voice of speech is effective, the intelligibility of the voice has become important, while the brightness and clarity of the sound have become more important in the places where the sound of music is effective. In this study, conference halls used from past to present are expressed with examples from different applications in certain periods. In Bayburt University, which is designed for the purpose of the conference, the stages related to its design are mentioned by taking into consideration the different uses of the hall.

Keywords: Conference Hall, Design, Acoustic, Function

1. ANTİK DÖNEMDEN GÜNÜMÜZE KONFERANS / TOPLANTI SALON TASARIMLARI

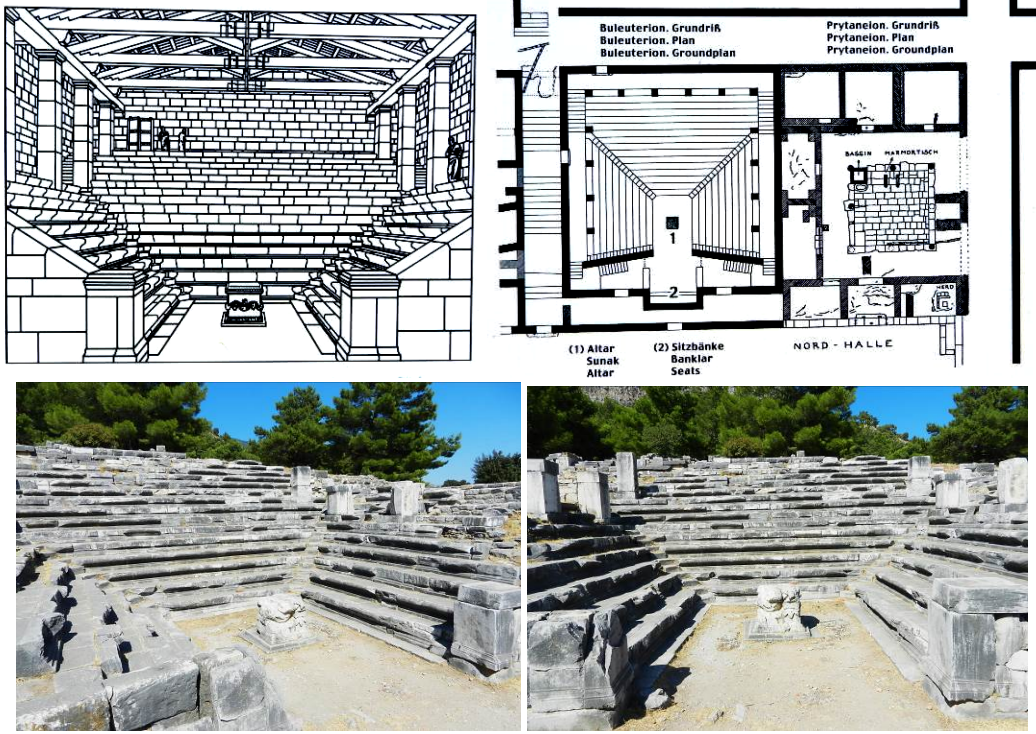
İnsanlar için buluşma gereksinimi sağlayan örtülü yapı düşüncesi Avrupa’da Demir Çağına kadar gitmektedir (URL-1). Antik çağdan günümüze kadar toplumlar sosyal, kültürel, sağlık, eğitim, vb. açıdan her türlü farklı fonksiyonel gereksinimleri için farklı ortak kullanım alanlarına ihtiyaç duymuşlardır. Bu kullanım alanları biçimsel açıdan, fonksiyonel gereksinimler de dikkate alınarak kullanıcı sayısına bağlı olarak mevcut teknolojinin olanaklarıyla tasarlanmıştır.

Tarihi süreç içinde insanlar herhangi bir konuda görüşmeler yapmak, ortak kararlar almak amacıyla açık ve kapalı mekanlarda toplantılar gerçekleştirmişlerdir. Bu mekanların tasarımlarında katılımcıların görsel ve işitsel etkileşimi her zaman dikkate alınmıştır. Profesyonel anlamda ilk yapılan toplantı salonları olarak karşımıza Antik Yunan dönemi meclis binaları çıkmaktadır. Taş malzeme ile inşa edilen ve ahşap taşıyıcı çatı örtüsü ile kaplanan bu binalardan günümüze sadece taş ile inşa edilen bölümler kısmen de olsa ulaşabilmiştir. MÖ 167’de Geç Helenistik Dönemde Lykia’nın başkenti Patara’da yaklaşık 1.400 kişi kapasiteli olarak inşa edilen 42.8x30.6 m. ölçülerindeki Patara Meclis Binası kent meclisi toplantılarının gerçekleştirilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Bina, Roma Dönemi’ndeki eklerle Odeion olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Binanın kuzey ve güney yönlerde girişleri bulunmaktadır. Cavea bölümü kireç taşından inşa edilmiş olup yarım daireden biraz fazla biçime sahip olacak şekilde tasarlanmıştır ve bu bölümde 21 oturma sırası yer almaktadır. Sahne binasının önünde ahşap platform (pulpitum) yer almaktadır (URL-2, Lykia Birliği Meclis Binası, 2013) (Şekil 1).



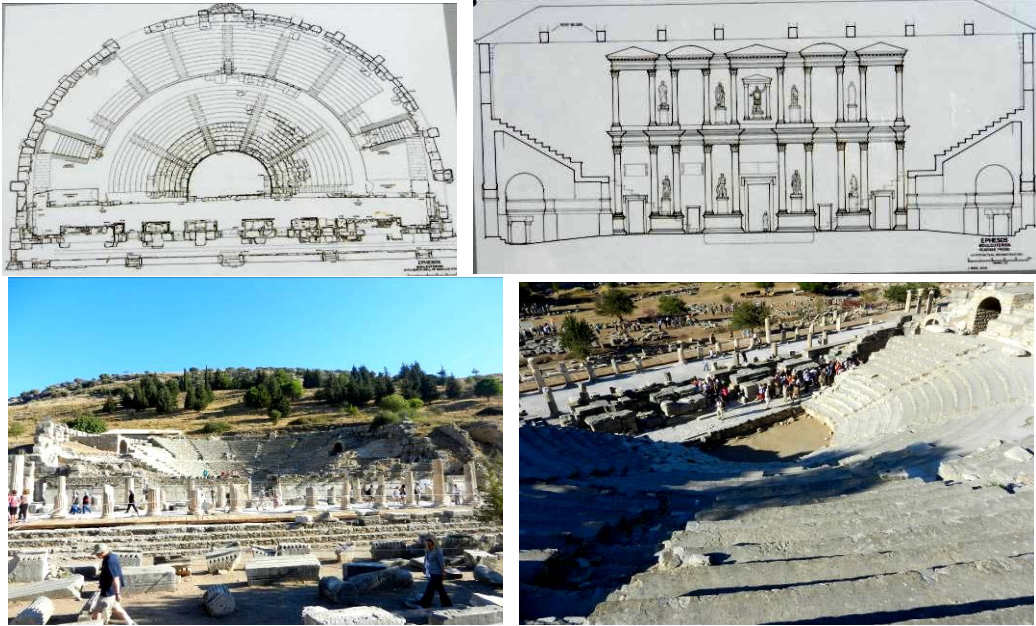
Şekil 1. Patara Meclis Binası (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

Kare plana sahip olan Priena Buleuterion’u MÖ 200’lerde inşa edilmiş olup yaklaşık 500 kişilik kapasiteye sahiptir. Kent meclisi toplantılarının gerçekleştirildiği binanın çatısı Şekil 2’deki rekonstrüksiyon çalışmasında da yer aldığı gibi ahşap taşıyıcı olarak tasarlanmıştır. Sahne alanının ortasında yer alan kabartmalarla bezenmiş sunak bugün hala binada yer almaktadır (Buleuterion ve Prytaneion, 2013).



Şekil 2. Priena Buleuterion'ü (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

MS 100'de inşa edilen MS 150'lerde ise yeni sahne duvarı yapılan Efes Bouleuterion'u ise yarım daire biçiminde cavea alanına sahip olacak şekilde tasarlanmıştır (Buleuterion, 2013) (Şekil 3).



Şekil 3. Efes Buleuterion'ü (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

5.yy'dan itibaren İngiltere başta olmak üzere, Fransa ile İskoçya'da yaygın şekilde uygulanan ve mahkeme salonu, ziyafet salonu, ziyaretçi kabul salonu, hatta bazı durumlarda lord ve ailesinin yatak odası görevinin yanı sıra toplantıların da yapıldığı çok amaçlı kullanıma sahip olan "Great Hall"ün (büyük salon) benzerleri

bir çok Avrupa ülkesinde de yer almıştır. Dikdörtgen plana sahip olan “Great Hall”ün yüksekliği genişliğinden daha büyük olarak tasarlanmıştır. 5.yy ile 10 yy. arasında Britanya’da yaygın şekilde kullanılan “Great Hall”ün önemi Geç Ortaçağ Kıta Avrupası’nda azalmıştır. Fakat İngiltere’de egemen sınıfın gelecekle bağ kurduğu bir araç olarak kullanımı devam etmiştir. Erken Modern dönemde etkisini kaybetmesine rağmen sembolik değerini korumayı başarmıştır. Tavan ve duvarları ahşap kaplı olan salonda ısı ve ışık sağlamak amacıyla yakılan ocak yer almıştır (URL-1, URL-3). İngiltere’de Westminster Sarayı içinde dini amaçlı kutlamalar için yapılan ve 1099 yılında kullanıma açılan Westminster Great Hall’da yabancı devlet adamları kabul edilmiş ve şöenler yapılmıştır. Great Hall 1189 ile 1821 yılları arasında taç giyme törenlerinde kullanılmıştır. Great Hall aynı zamanda mahkeme salonu olarak kullanılmıştır (URL-4) (Şekil 4).



Şekil 4. Westminster Hall (URL-5, URL-6)

Prag’daki The Town Hall’ün farklı katlarında farklı tarihsel dönemlerden kalan odalar günümüzde çoğunlukla Prag şehrindeki törenlerde kullanılmaktadır. The Old Town Hall’ün çekirdeğini Meryem Ana Şapeli (The Chapel of the Virgin Mary) oluşturmaktadır olup The Town Hall kulesinin inşasından kısa bir süre sonra kurulmuş ve 1381 yılında olduğu gibi kutsanmıştır. Konsey (şüra) toplantıları her gün kilisede düzenli olarak düzenlenmiştir (URL-7) (Şekil 5).



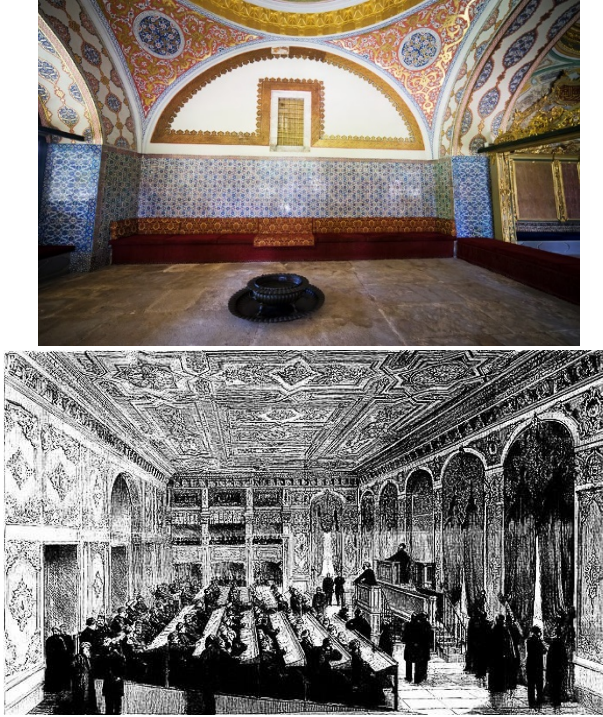
Şekil 5. Meryem Ana Şapeli (The Chapel of the Virgin Mary) (URL-8)

The Old Council Hall, Gotik dönemin bir başka önemli ürünüdür. Tüm belediye binasındaki en değerli oda, 15. yüzyılın başından itibaren orijinal haliyle korunmuştur. The Old Council Hall, zengin profilli kirişli tavan, ender heykel ve güzel oyulmuş tarihi mobilyalar ile ayrılmıştır. Geçmişte, belediye meclisi ve kent mahkemesinin düzenli toplantılarına tanık olmuştur (URL-7) (Şekil 6).



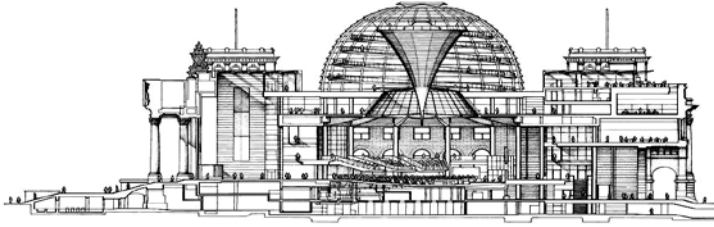
Şekil 6. The Town Hall'deki The Old Council Hall (URL-9)

Osmanlı Dönemi yapılarındaki en önemli toplantı salonu Topkapı Sarayında yer almıştır. Kararların kaleme alındığı Divan-ı Hümayûn kalemleri, kararların yazıldığı defter ve belgelerin arşivlendiği Defterhane olmak üzere üç bölümden oluşan Kubbe altı padişaha arz edilmek üzere alınan kararlar için toplantı salonu olarak kullanılmıştır. Burada sadrazam, kubbealtı vezirleri, Anadolu ve Rumeli kazaskerleri ile bazı durumlarda şeyhülislam da toplantılara katılmıştır (URL-10) (Şekil 7). Osmanlı Devleti'nde Meşrutiyet'in ilanı ile birlikte yeni meclis kurulmuş ve toplantılar gerçekleştirmiştir. Şekil 7'de 1877 Çırağan Sarayı'nda yapılan bir Meclis toplantısı yer almaktadır.

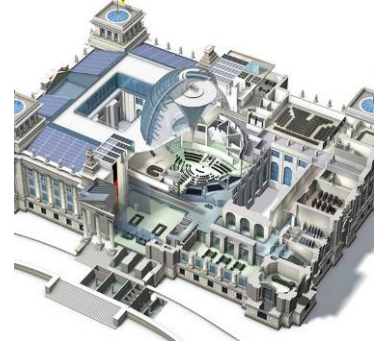


Şekil 7. Topkapı Sarayı Kubbealtı ve Çırağan Sarayı'ndaki Meclis Toplantı Salonu (URL-11, URL-12) Alman İmparatorluğunda ilk parlamento binası olarak kullanılan ve 1894 yılında kullanıma açılan Reichstag'ın genel kurul salonu doğal ışığın kullanımı açısından teknolojik anlamda önem taşımaktadır. 1933 yılında çıkan yangında hasar gören binanın tasarımı Doğu ve Batı Almanya'nın birleşme sürecinden sonra Norman Foster tarafından yenilenmiş ve 1999 yılında tamamlanmıştır. Binanın tamamlanmasından sonra Alman Parlamentosu bu binada toplanmaya başlamıştır. Binanın tepesinde yer alan ve ikonik olarak

tasarlanmış olan Reichstag kubbesi cam yüzeylerle çevrelenmiş olup ziyaretçilere etkili bir Berlin manzarası sunmaktadır. Üzerinde 360 adet ayna bulunan kubbenin içindeki konik şekilli birimden gün ışığı yansımalarıyla birlikte genel kurul salonuna alınmaktadır (URL-13) (Şekil 8).



(URL-14)



(URL-15)



Şekil 8. Alman Parlamento Binası (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

Herhangi bir konuda bilgi alınması, belirli konuların tartışılması, düşüncelerin paylaşılması, sosyal-kültürel etkinliklerde işitsel ve görsel ifadelerin paylaşılması, vb. amaçlarla insanların topluca bir arada bulunmalarına imkân sağlayan konferans/toplantı salonları yapıların farklı alanlarında farklı biçimlerde tasarlanabilmektedir. Şekil 9'da yapının diğer birimlerinden fiziksel olarak soyutlanmış konferans salonu ile yapıdaki holün sonunda görsel etkinlikleri izleme imkânı sağlayan bir toplanma alanı yer almaktadır.



Şekil 9. Toplanma mekanları (Lütfi Kırdar Kongre Merkezi, Amsterdam Public Library) (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

Konferans ve toplantılar sadece bu amaçlara uygun olarak tasarlanmış mekanlarda gerçekleştirilebildiği gibi farklı amaçlarla kullanılan mekanlarda günümüz teknolojisi ile konferans/toplantı esnasında optimum işitsel koşullara imkân sağlayacak şekilde tasarlanmış mekanlarda da gerçekleştirilebilmektedir. Şekil 10'da çok amaçlı olarak kullanılabilen Viyana Ticaret Üniversitesi Konferans Salonu yer almaktadır.



(foto: M. KAVRAZ Arşivi)



(URL-16)

Şekil 10. Viyana Ticaret Üniversitesi Konferans Salonu

2. KONFERANS / TOPLANTI SALONLARINDA AKUSTİK TASARIM KRİTERLERİ

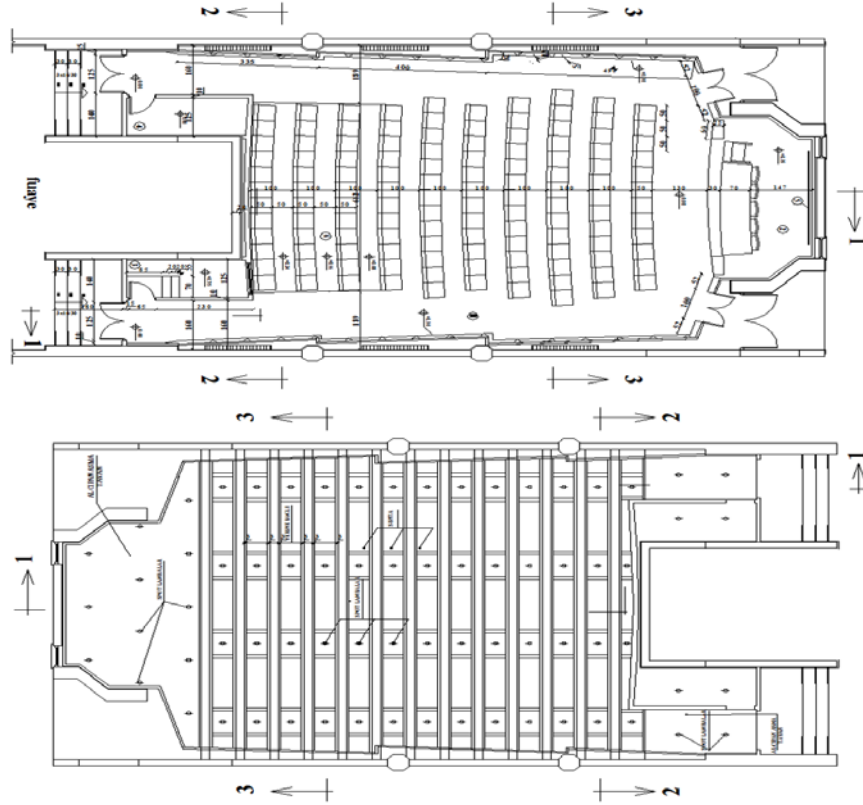
Antik çağdan günümüze kadar gelen süreçte tasarlanan toplantı/konferans salonlarında sesin mekan içinde algılanışının az ya da çok, bilinçli ya da bilinçsiz dikkate alındığı anlaşılmaktadır. Özellikle antik çağda Yunanlıların tiyatro yapıları başta olmak üzere özel mekanlarda akustik bilimini tasarımlarda uyguladıkları bilinmektedir. Dar bant frekans aralığında sesin yutulmasını sağlayan rezonatörler bunun en önemli

kanıtlarından birini oluşturmaktadır. Yine yapılarda biçimsel yaklaşımın da sahne ile seyirci arasındaki mesafenin azaltılmasına yönelik olduğu ve görsel-işitsel bağlantının kuvvetlendirilmesi yönünde bir çaba olduğu anlaşılmaktadır. Meclis binalarının tasarımında da aynı yaklaşımın olduğu görülmektedir (Şekil 1, 2, 3). Konuşma amaçlı mekân olmalarının yanı sıra çok amaçlı olarak da kullanıldıkları için Great Hall'lerin özellikle uzunluğu ile kişi başına düşen hacmi nedeniyle sesin anlaşılabilirliği açısından antik Yunan dönemindeki kadar başarılı olmadığı anlaşılmaktadır. Kubbeler ve tonozlar mekân içinde sesin odaklanması açısından olumsuz etkiye neden olmasına rağmen, tarihi süreçteki farklı dönemlerde tavanlarda tasarlanan bu iç bükey yüzeyler; bulunmuş olduğu kotlar, üzerlerinde yer alan dağıtıcı süsleme elemanları sayesinde odaklanmaya sebep olmamışlardır. Neredeyse tamamen yansıtıcı olan yüzey malzemeleri ise reverberasyon sürelerinin yüksek değerlerde olmasına neden olmuştur. Özellikle 20. yüzyılda bilim alanındaki gelişmeler ve endüstriyel atılımlara birlikte akustik de mekân tasarımları için etkili şekilde önem taşımaya başlamıştır.

Günümüzde farklı malzeme, teknolojik imkanlar ve uygulama teknikleri ile tüm ergonomik koşulların sağlanmasına imkân tanıyan toplantı/konferans salon tasarımları gerçekleştirilebilmektedir. Doğal ve yapay sistemlerin etkili şekilde kullanılabilirdiği bu salonların tasarımlarında ısı, nem, ışık ve ses gibi fiziki gereksinimler dikkate alınmaktadır. Toplantı, seminer, konferans gibi faaliyetlere ev sahipliği yapan konferans salonlarında öncelikli olarak sesin anlaşılabilir olması gerekmektedir. Tasarımın odak noktasını teşkil eden bu durumun elde edilebilmesi için görsel bağlantının da optimum koşulları sağlayacak şekilde kurgulanması gerekmektedir. Konuşmalarda el, kol ve mimik hareketleri sözel ifadelerin etkili bir şekilde iletimini sağladığı için öncelikle toplantı ve konferans salonlarında bu hareketlerin görsel olarak algılanması sağlanacak mimari tasarıma ihtiyaç duyulmaktadır. Konferans salonlarının tasarımında sahne ve seyirci yerleşim alanındaki kotlar bu durum dikkate alınarak gerçekleştirilmelidir. Seyirciler tarafından sahnenin görsel algısının; sahnenin 0.50 m. üst kotundan başlayacak şekilde gerçekleşmesi yeterli olmaktadır.

Sesin konferans salonlarındaki işitsel algısında mekânın hacmi önem taşımaktadır. Konferans salonları için kişi başına önerilen hacim 4-6 m³ aralığındadır. Bu hacim mekânın görsel algısı açısından da etkili olmaktadır. Konferans salonlarının tasarımında hacmi sınırlandıran yüzeyler arasındaki oranlar da önem taşımaktadır. En, boy ve yükseklik arasındaki oranın 3/5/2 olması önerilmektedir. Sesin salonda doğal olarak işitilebilmesi ve sahne ile görsel etkileşimin ergonomik koşullarda sağlanabilmesi için de salonun derinliğinin 35 m.'den daha düşük ölçüde olması istenilmektedir (Abdülrahimov, 2003; Kavraz ve Abdülrahimov, 2006; Kavraz, 2008; Kavraz, 2010; Kavraz, 2011).

Mekân tasarımında seyirciye doğrudan ulaşan sese ilave olarak en az bir tavan ve duvar yüzeyinden yansıyan seslerin de ulaşmasına dikkat edilmelidir. Bu durum sesin anlaşılabilirliğini olumlu şekilde etkilemektedir ve bunun sağlanabilmesi için kontrol ışınlarından faydalanılarak hayali kaynak metodu uygulanmakta ve salonun formu elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen salon formunda flutter ekonun da oluşumu engellenmiş olmaktadır. Dikdörtgen formlu salonlarda flutter eko meydana gelmektedir. Bu durumun önlenmesi için karşılıklı duvarların birbirine paralel olmasının engellenmesi ya da yüzeylerin ses dağıtıcı olarak tasarlanması gerekmektedir. Şekil 11'de flutter ekonun önlenmesi amacıyla tasarlanan dikdörtgen planlı Trabzon-Arsin Organize Sanayi Bölgesi Yönetim Binası Konferans Salonu duvar ve tavan planı yer almaktadır. Hem ses yansıtıcı yüzeylerinin duvar taşıyıcı sistemiyle aralarında belirli açılarla yerleşim sağlanan hem de ses yansıtıcı yüzeyler üzerine üçgen prizma formlu ses dağıtıcılar yerleştirilen uygulama rezonansın önlenmesini sağlamıştır.



Şekil 11. Trabzon-Arsin Organize Sanayi Bölgesi Yönetim Binası Konferans Salonu (Tasarım: Ramiz ABDÜLRAHİMOV ve Mustafa KAVRAZ)

Konferans salonu tasarımında iç bükey yüzeyler önerilmezken uygulandığı takdirde ise; ya yüzeyin yarıçapının uygunluğuna dikkat edilmeli (ses kaynağına olan mesafenin iki katı yüzeyin yarıçapından daha düşük ölçüde olmalıdır) ya da yüzey üzerinde ses dağıtıcı elemanlar kullanılmalıdır. Konferans salonlarında yüzeylerde kullanılan malzemeler sesin algılanabilirliğini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Duvarlar ve tavanda yer alan yansıtıcı yüzeylerle sesin düzeyinin artırılması sağlanırken özellikle optimum reverberasyon süresinin elde edilebilmesi için yansıtıcılık ve yutuculuk dengesinin de sağlanması gerekmektedir. Ayrıca sınır duvarların mekânın içine gelen gürültünün kamu kurum ve kuruluşlarındaki toplantı salonları için 35 dB'den düşük olmasını sağlayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir (Abdülrahimov, 2003, URL-17).

Şekil 12'de farklı yansıtıcı tavan yüzeylerinden seyirci alanına seslerin etkili bir şekilde yansımaları sağlamak amacıyla yerleştirilen yansıtıcı yüzeyler yer almaktadır. Armstrong World Industries (ABD)'de yer alan eğitim odasındaki ses yansıtıcı MDF paneller mekân içindeki çınlama süresinin de optimum sınırlar içinde olması açısından önem taşımaktadır. Yansıtıcı yüzeylerin, üzerine gelen ses dalgalarını seyirci alanına etkili şekilde yansıtılabilmeleri boyut ve yerleşim açıları ile yakından ilgilidir. İlgili tüm frekanslardaki dalga boyları da dikkate alınarak yüzeylere ne kadar çok yansıtıcı eleman yerleştirilirse yansıyan seslerin seyirci üzerindeki etkisi o kadar fazla olmaktadır. Bu durumda yüzeylerden ilk yansıma ile seyirciye ulaşan seslerin gecikme sürelerinden dolayı yankı oluşmamasının da denetlenmesi gerekmektedir.



Şekil 12. Armstrong World Industries’de yer alan eğitim odası tavan yüzeyindeki ses yansıtıcılar (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

Genişliği derinliğine oranla daha etkili olan salonlarda sahneye yakın alanlar duvar yüzeylerinden ilk yansıyan seslerden faydalanamamaktadır. Viyana Ekonomi Üniversitesi’nde yer alan ve aynı zamanda derslik olarak da kullanılan konferans salonunda da sahneye yakın dinleyici alanı duvardan ilk yansıyan seslerden faydalanamamaktadır. Tavan yüzeyi de sahne alanına paralel olarak tasarlanan salonda yansıyan seslerden belirtilen alanın faydalanabilmesi amacıyla sahne alanının üzerine ana tavan kotundan daha düşük seviyede eğimli yansıtıcı yüzey (dış bükey) tasarlanmıştır. Bu sayede seyirci alanı tavan yüzeyinden gelen ilk yansımaları alabilme imkanına sahip olmuştur (Şekil 13).



Şekil 13. Viyana Ekonomi Üniversitesi’nde konferans salonu (foto: M. KAVRAZ Arşivi)

3. BAYBURT ÜNİVERSİTESİ KONFERANS SALONUNUN MİMARİ AKUSTİK PROJESİ

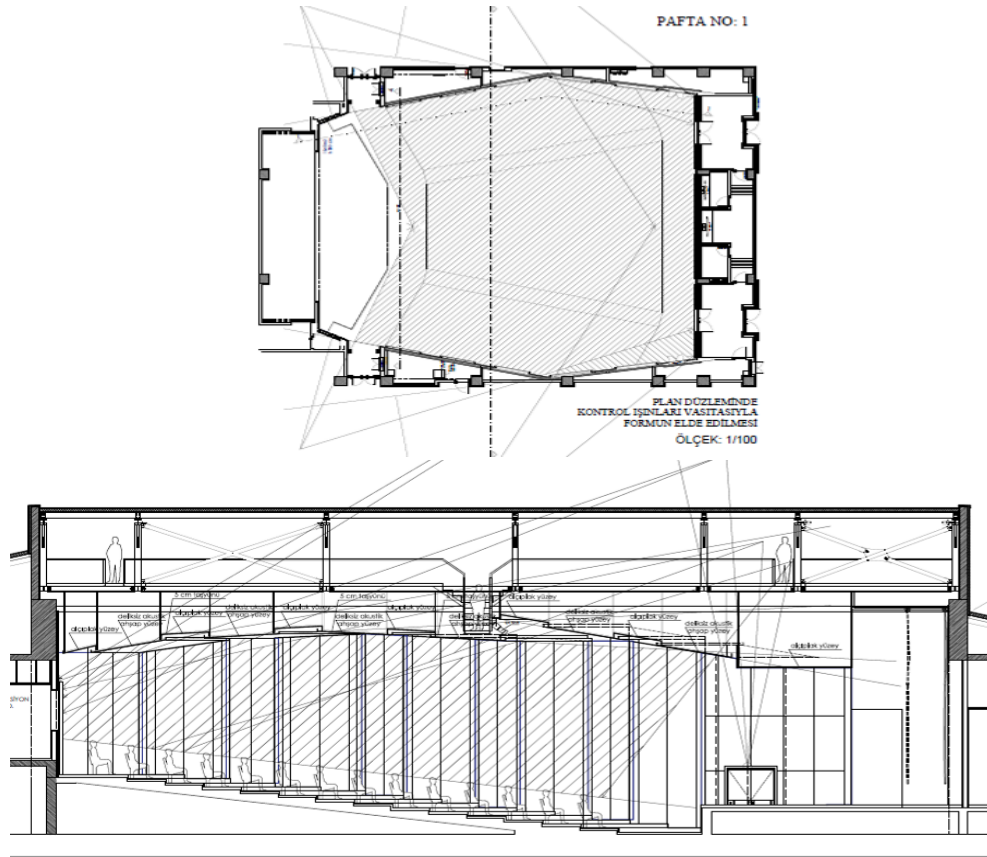
Bayburt Üniversitesi Konferans Salonunun mevcut Mimari Projesi ÖGE Mimarlık tarafından, Mimari Akustik Projesi ise Mustafa KAVRAZ tarafından hazırlanmıştır. Konferans salonlarında kaynağından yayılan sesin ergonomik koşullarda algılanmasında mekânın; hacmi, formu, yüzeylerinde uygulanan malzemeler, duvar cidar katmanları ve bileşenler ile doluluk oranı etkili olmaktadır. Tasarımın başlangıç aşamasında salonun oranları ve kişi başına düşen hacim dikkate alınmalıdır. Konferans salonlarında genel

olarak dikdörtgen, at nalı, ayakkabı ile yelpaze formu önerilmektedir. Dikdörtgen form tercih edilen Konferans Salonunda kişi başına yaklaşık olarak 5.9 m³ hacim düşmektedir.

3.1. Formun Elde Edilmesi Süreci

Konferans salonlarındaki tüm dinleyicilerin doğrudan gelen sese ilave olarak en az bir duvar ve tavan yüzeyinden yansıyan sesleri işitsel olarak algılaması önerilmektedir. Bunun denetimi ise kontrol ışınları yardımıyla elde edilebilmektedir. Kontrol ışınları aracılığıyla hangi yansıtıcı duvar ve tavan yüzeyinin hangi seyirci alanını etkisi altına aldığı belirlenebilmektedir. Bu yöntemde, sahneden uzakta kalan bölgelerdeki seyircilerin ses düzeyini etkili şekilde algılayabilmeleri için yansıyan seslerden faydalanmaları önemli olduğundan dolayı, duvar ve tavan yüzeyleri iç bükeyimsi olarak elde edilmektedir. Bu yöntemde yansıyan seslerin ulaşmadığı alan yan geçitlerde ve seyircilerin oturduğu durumda kulak seviyelerinin üst kotunda kalmaktadır. Yansıyan seslerin ulaşmadığı alanın seyirci alanı sınırları içinde kalması durumunda yansıtıcı yüzeylerin yerleşim açılarında yapılacak değişikliklerle bu alanlar seyirci yerleşim alanı dışına taşınmaktadır. Şekil 14'de Bayburt Üniversitesi Konferans Salonunun kontrol ışınları ile plan ve kesit düzlemindeki formlarının belirlenmesi yer almaktadır. Tüm seyirci alanı duvar ve tavan yüzeylerinden (plan ve kesit düzleminde) yansıyarak ilk ulaşan seslerden olumlu şekilde faydalanabilmektedir.

Kontrol ışınları aracılığı ile elde edilen yansıtıcı yüzeylerden yansıyan seslerin gecikme sürelerinin de yankıya neden olmaması gerekmektedir. Yapılan tasarımda, konferans salonları için gerekli olan 35 msn. en yüksek gecikme süresi değerinden daha yüksek bir değer elde edilmemiştir (Kavraz, 2016; Abdülrahimov, 2003; Kavraz, 2008-1).



Şekil 14. Kontrol ışınları ile plan ve kesit formlarının belirlenmesi (Tasarım: Mustafa KAVRAZ)

İlk aşamada kaplama elemanları ile iç bükeyimsi olarak tasarlanan salonun sınırlarına, kontrol ışınları yardımıyla son biçimi verilmiştir. Salon duvarlarında ve tavanında yapılan hareketli yüzeyler mekânda derinlik etkisinin artmasını sağlarken niteliksel aydınlatma açısından da önemli katkı sağlamaktadır. Tavan yüzeylerine yerleştirilen ve doğrudan dinleyici alanına yönlendirilen lambalarla niceliksel aydınlatma yapılırken, yüzeylerin arka planına yerleştirilen gizlenmiş lambalarla birlikte ise niteliksel aydınlatma gerçekleştirilmiştir. Bu sayede mekânın içinde estetik bir görünüm elde edilmesi amaçlanmıştır.

Yansıtıcı tavan yüzeyleri arasında yer alan ışık köprüsü sahnedeki etkinlikler esnasında projektörlerle sahnenin seyirci alanından aydınlatılmasına katkıda bulunmaktadır. Özellikle sahne performansı önemli olan etkinliklerde projektörler ile sahnedeki kurgu etkili bir şekilde ön plana çıkarılabilmektedir (Şekil 15).



Şekil 15. Akustik açıdan kontrol ışınları yardımıyla formu belirlenen Bayburt Üniversitesi Konferans Salonu (Modelleme: Öge Mimarlık)

3.2. Reverberasyon Sürelerinin Elde Edilmesi Süreci

Ses kaynağının sönümlenmesini takip eden süreçte, sesin düzeyinin 60 dB azalınca kadar geçen süre Reverberasyon Süresi olarak tanımlanmakta olup mekân içindeki çınlama etkisini gösteren sesin nesnel parametresidir. Reverberasyon süresinin mekân için optimum değerleri mekânın hacmine ve fonksiyonuna bağlı olarak elde edilmektedir. Mekânın hacmine, yüzeylerindeki malzemelerin ses yutma katsayı değerlerine, yüzey alanlarına ve kullanıcı sayısına bağlı olarak elde edilen mevcut değerler optimum değerlerle karşılaştırılarak durum değerlendirilmesi yapılmaktadır. Optimum değerlere %10 alt ve üst sınır aralığında yakınlığa sahip olması istenen mevcut reverberasyon değerleriyle bu değer aralığının elde edilememesi durumunda, genellikle yüzeylerde kullanılan malzemelerde yapılan değişikliklerle optimum aralık elde edilmektedir (Abdülrahimov, 2003; Kavraz, 2016). Hem sesin etkili şekilde yansımaları sağlamak amacıyla hem de optimum reverberasyon sürelerini elde etmek amacıyla duvar ve tavan yüzeylerinde akustik delikli MDF ile alçıpan panolar tercih edilmiştir. Sahne döşemesi ahşap ile kaplanırken seyirci alanındaki geçitlerde halı tercih edilmiştir. Konferans salonlarında kişi başına düşen hacim aralığı (4-6 m³) mimari tasarım aşamasında dikkate alınmış, 3200 m³ hacme sahip olan salonda kişi başına yaklaşık olarak 5.9 m³ hacim düşecek şekilde tasarım gerçekleştirilmiştir. Akustik tasarımın denetlenmesi sürecinde üç farklı frekans için reverberasyon süresi değerleri elde edilmiştir. Alçak, orta ve yüksek frekans aralığında yapılan bu denetimler sonucu elde edilen reverberasyon süreleri;

$$T_{125} = 1,53 \text{ sn.}, T_{500} = 1,29 \text{ sn. ve } T_{2000} = 1,14 \text{ sn. dir.}$$

Salonda gerçekleştirilecek farklı fonksiyonlar dikkate alınarak elde edilen optimum reverberasyon süreleri ise;

$$T_{125}(\text{opt}) = 1,52 \text{ sn.}, T_{500}(\text{opt}) = 1,17 \text{ sn. ve } T_{2000}(\text{opt}) = 1,05 \text{ sn. dir.}$$

Bu sonuçlara göre elde edilen mevcut reverberasyon süresi değerleri optimum değer aralıkları için genel olarak kabul edilebilir sınırlar içinde kalmıştır (Kavraz, 2016; Kavraz, 2016-1).

4. SONUÇLAR

Tarihi süreç içinde dini, hukuki, yönetsel, eğlence, vb. amaçlı etkinlikler için tasarlanan mekanlarda toplantılar da gerçekleştirilmiş ve bu mekanlarda sesin anlaşılabilirliği önem taşımıştır. Antik dönem ile birlikte farklı etkinlikler için farklı mekân kullanımları etkili şekilde gerçekleştirilmeye başlansa da bu uygulamaların sesin mekân kullanımına yansması açısından 20. yy.'a kadar gelişimi oldukça yavaş olmuştur. Özellikle işitsel gereksinimler toplantı/konferans amaçlı mekanların tasarımında bilimsel gelişmelerle birlikte önemli yer tutmaya ve böylece bu mekanların tasarım kriterleri belirli parametreler üzerinden değerlendirilmeye başlanmıştır. Bu parametre değerlerinin optimum düzeylerde elde edilebilmesinde ise; mekânın formu, hacmi ve mekânın yüzeylerinde kullanılan malzemeler tasarımın en önemli verileri olarak ön plana çıkmıştır. Özellikle mekânın yüzeylerinden yansıyan sesler sesin kalitesini yükseltmek amacıyla kullanılmış ve formlar buna göre şekillendirilmiştir. Yüzeylerden ilk yansımalarla ve birden fazla yansıma ile seyirciye ulaşan sesler kontrol altına alınarak tasarımlar gerçekleştirilmiştir. Bu denetimin sağlanabilmesi için form tasarımları kontrol ışınları yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Sesin istenilen çınlama süresinde elde edilebilmesi için ise, yansıyan seslerin elde edildiği yansıtıcı yüzeylerin yanı sıra yutucu yüzeylerden de faydalanılmıştır. Belirtilen tasarım kararlarının uygulandığı 540 kişi kapasitesine sahip Bayburt Üniversitesi Konferans Salonu'nun formu da kontrol ışınları aracılığı ile elde edilmiştir. Elde edilen mekân formu sayesinde, her seyirci en az bir yansıtıcı tavan ve duvar yüzeyinden ilk yansıyan seslerin etkisi altında kalabilmiştir. Yansıyan seslerin gecikme süreleri kontrol altına alınarak yankı oluşumu da engellenmiştir. Hacim ile yüzeylerde kullanılan malzemelerin tercihlerinde reverberasyon sürelerinin optimum olarak elde edilmesi ve mekânın üç boyutlu görsel algısı dikkate alınmıştır.

Not: Bayburt Üniversitesi Konferans Salonunun Mimari Akustik Projesi Doç. Dr. Mustafa KAVRAZ tarafından KTÜ Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü aracılığı ile yapılmıştır.

KAYNAKLAR

- Lykia Birliği Meclis Binası (2013), Patara Antik Kenti Lykia Birliği Meclis Binası Tanıtım Tabelası, Antalya
Buleuterion ve Prytaneion (2013), Priena Antik Kenti Buleuterion ve Prytaneion Binası Tanıtım Tabelası, Aydın
Buleuterion (2013), Efes Antik Kenti Buleuterion Binası Tanıtım Tabelası, İzmir
Abdülrahimov, R., (2003), Salonların Akustiği ve Tasarımı, Ankara
Kavraz, M., Abdülrahimov, R., (2006), Konferans Salonlarının Akustik ve Aydınlatma Açısından İncelenmesi, Tasarım Dergisi, 158, ss.120-122
Kavraz, M., (2008), Salonların Tasarımında Malzeme Seçimi, IV. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, ss. 142-153, İstanbul
Kavraz, M., (2008-1), Salonların Akustik ve Aydınlatma Açısından Tasarım İlkeleri- Uygulama Örnekleri, 14. Ulusal Ergonomi Kongresi, ss. 78-85, Trabzon

- Kavraz, M., (2010), Bolluca Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonunun Akustik Projesi, VI. Uluslararası Sinan Sempozyumu, ss. 277-282, Edirne
- Kavraz, M., (2011), Sultanbeyli Kültür Merkezi Çok Amaçlı Salonu Akustik Projesi, Tasarım Dergisi, 213, ss.94-95, İstanbul
- Kavraz, M., (2016), Bayburt Üniversitesi Konferans Salonu Mimari Akustik Projesi, Trabzon
- Kavraz, M., (2016-1), Bayburt Üniversitesi Konferans Salonu Mimari Akustik Projesi, Yapı Dünyası, 246-247, ss.39-42, Ankara
- URL-1. Tau, T. M., “The Convention Centre Narrative”, Director of the Ngai Tahu Research Centre, University of Canterbury, <https://www.otakaroldt.co.nz/assets/Uploads/ConventionCentre.pdf>, Erişim: 05.04.2018
- URL-2. Karatay, S., Editör: [Aras, G.](#), Meclis Binaları, 2009, Kaynak: Wikipedia, Guardian, E-architect.co.uk, Patara Kazıları Resmî Web Sitesi, TBMM Resmî Web Sitesi, Topkapı Sarayı Resmî Web Sitesi, Arcspace, Antik Çağlarda Meclis Yapıları, <http://v3.arkitera.com/g160-meclis-binalari.html?year=&aID=2836>, Erişim: 05.04.2018
- URL-3. Great Hall, https://en.wikipedia.org/wiki/Great_hall, Erişim: 06.04.2018
- URL-4. [Norton, L.](#), Westminster Hall, 2011 <http://lordsoftheblog.net/2011/06/02/westminster-hall/>, Erişim: 06.04.2018
- URL-5. http://lordsoftheblog.net/wp-content/uploads/2011/06/5762047820_eb5e7541f3_b.jpg, Erişim: 08.04.2018
- URL-6. <http://thethorneyislandsociety.org.uk/ttis/index.php/thorney-ales/42-thorney-ales-5-westminster-hall-roof>, Erişim: 08.04.2018
- URL-7. The Old Town Hall in Prague, <https://www.praguecitytourism.cz/file/edee/universal/download/brozury/staromestska-radnice-2017/the-old-town-hall-in-prague.pdf>, Erişim: 08.04.2018
- URL-8. <https://www.prague.eu/en/object/places/3141/old-town-hall-chapel-of-the-virgin-mary>, Erişim: 12.04.2018
- URL-9. <https://www.prague.eu/en/object/places/188/old-town-hall-with-astronomical-clock-staromestska-radnice-s-orlojem>, Erişim: 12.04.2018
- URL-10. Kubbealtı (Divan-ı Hümayun), <http://www.topkapisarayi.gov.tr/tr/content/kubbealt%C4%B1-divan-%C4%B1-h%C3%BCmayun>, Erişim: 12.04.2018
- URL 11. <https://yukitour.com/tours/4-day-istanbul-cappadocia-explorer/>, Erişim: 18.04.2018
- URL-12. http://www.wikiwand.com/tr/Meclis-i_Meb%C3%BBsan, Erişim: 18.04.2018
- URL-13. Karatay, S., Editör: [Aras, G.](#), Meclis Binaları, 2009, Kaynak: Wikipedia, Guardian, E-architect.co.uk, Patara Kazıları Resmî Web Sitesi, TBMM Resmi Web Sitesi, Topkapı Sarayı Resmi Web Sitesi, Arcspace, Almanya Parlamento Binası (Reichstag) <http://v3.arkitera.com/g160-meclis-binalari.html?year=&aID=2840>, Erişim: 18.04.2018
- URL-14. http://bmkten.com/index.php?option=com_content&task=view&id=1597&Itemid=153, Erişim: 19.04.2018
- URL-15. https://arcretrofitting.files.wordpress.com/2014/03/reichstag_komplett.jpg, Erişim: 19.04.2018
- URL-16. <http://shiptraveling.com/vienna-university-of-technology-2/>, Erişim: 20.04.2018
- URL-17. Çevresel Gürültünün Değerlendirilmesi ve Yönetimi Yönetmeliği, 2010, <http://www.cym.gov.tr/CYGM/Files/mevzuat/yonetmelik/%C3%87evresel%20G%C3%BCr%C3%BClt%C3%BCn%C3%BCn%20De%C4%9Ferlendirilmesi%20ve%20Y%C3%B6netimi%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.pdf>, Erişim: 20.04.2018



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

PİRİNÇ BİTİ SİTOPHİLUS ORYZAE POPÜLASYONLARINDA WOLBACHİA’NIN BELİRLENMESİ*

Erhan KOÇAK^{1*} Kübra TÜRKMEN²

¹Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Isparta, Türkiye

erhankocak@isparta.edu.tr

ÖZET

Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae) başta mısır olmak üzere tüm hububat çeşitlerinde zararlıdır. Hububat danelerinde beslenmeleri sonucunda üründe kalite ve ağırlık yönünden kayıplar meydana getirir. Endosimbiyont bakteri olan *Wolbachia*, eklembacaklıların %66’sında tespit edilmiş olup konukçularının üremesi üzerinde partenogenesis, erkek öldürücülük, feminizasyon ve sitoplazmik uyumsuzluk şeklinde üreme bozukluğuna neden olan önemli bir bakteridir. Çalışmada Ege (İzmir ve Manisa), İç Anadolu (Ankara ve Konya), Karadeniz (Samsun), Güneydoğu Anadolu (Diyarbakır ve Şanlıurfa) ve Akdeniz (Adana) bölgelerinden toplam 12 lokasyondan *S. oryzae* popülasyonları toplanmış ve moleküler yöntemler ile *Wolbachia* varlığı araştırılmıştır. Çalışmada DNA ekstrasyonunu takiben PCR reaksiyonları *wsp* primerleriyle taranmıştır. Jel görüntülerine göre, taranan 120 örnekten 118 (%98,33)’inde *Wolbachia* tespit edilmiştir. Şanlıurfa ve Adana (Çukurköprü)’da %90 oranında, Manisa, İzmir, Ankara (Haymana-Karakeçeli), Diyarbakır, Samsun, Konya (Merkez-Alibeyköy) ve Adana (Ceyhan) illerinde ise %100 oranında *Wolbachia* varlığı tespit edilmiştir. Bu çalışma ülkemizde *S. oryzae* üzerinde *Wolbachia* varlığının belirlendiği ilk çalışmadır.

Anahtar Kelimeler: *Wolbachia*, Endosimbiyont, *wsp*, *Sitophilus oryzae*, Türkiye.

*Bu makale “Türkiye’de Pirinç Biti (*Sitophilus oryzae*, Coleoptera: Curculionidae) Popülasyonlarında Endosimbiyont Bakteri *Wolbachia* Enfeksiyonunun Belirlenmesi” isimli Yüksek Lisans Tez çalışmasından üretilmiştir.

DETERMINATION OF WOLBACHIA IN RICE WEEVIL *SITOPHILUS ORYZAE* POPULATIONS

ABSTRACT

Sitophilus oryzae (L.) (Coleoptera: Curculionidae) is the harmful insect for grains and especially for corn; as a result of consuming grains, it leads to quality and weight loss in products. *Wolbachia*, an endosymbiont bacterium, has been found in %66 of arthropods, and causes various reproduction disorders including partenogenesis, male lethality, feminisation and cytoplasmic incompatibility. In the present study, *S. oryzae* populations were collected from 12 locations in Aegean Region (Izmir and Manisa), Central Anatolia Region (Ankara and Konya), Black Sea Region (Samsun), South-Eastern Anatolia Region (Diyarbakir and Şanlıurfa) and Mediterranean Region (Adana). Existence of *Wolbachia* was investigated through molecular methods. Specifically the PCR reactions following DNA extraction were scanned with *Wsp* primers. According to gel displays, *Wolbachia* was determined in 118 out of 120 samples. In particular, the samples in Şanlıurfa and Adana (Cukurkopru) contained *Wolbachia* as 90%, and the samples in Manisa, Izmir, Ankara (Haymana-Karakeçeli), Diyarbakir, Samsun, Konya (Merkez-Alibeyköy) and Adana (Ceyhan) infected *Wolbachia* as 100%. This is the first study on determination of *Wolbachia* in *S. oryzae* populations in Turkey.

Keywords: *Wolbachia*, Endosymbiont, *wsp*, *Sitophilus oryzae*, Turkey.

1. GİRİŞ

Hububat, insanların temel besin kaynağını oluşturan ürünler içerisinde ilk sıradadır. Ülkemiz topraklarının yaklaşık %32'si (24.3 milyon hektar) tarım yapılabilir özelliktedir. Tarım alanlarının %67.5'i (16.4 milyon hektar) tarla ziraatına ayrılmıştır. Tarla ziraat alanının %73'üne (12 milyon hektar) hububat ekilmektedir. Hububat ekim alanı içerisinde yaklaşık %67.5'lik pay ile ilk sırada buğday, %25'lik payla ikinci sırada arpa ve %5'lik payla üçüncü sırada mısır gelmektedir. 2014 yılı TÜİK verilerine göre ülkemizde, yaklaşık 80 milyon dekar alanda, 22.6 milyon ton buğday üretimi yapılmıştır (TÜİK, 2015). Birim alandan elde edilen ürün miktarının artırılması birinci derecede önemli olmakla birlikte, üretimden tüketime kadar ürünün uygun bir şekilde korunması da büyük önem taşımaktadır. Genellikle depolanmış ürünlerde hayvansal kökenli organizmalar önemli oranlarda ürün kayıpları meydana getirmektedir. Dünya üzerinde genel olarak depolanmış hububatlardaki böcek zararı, modern depolama tekniklerinin kullanılmadığı ülkelerde %10-40 civarındadır (Shayaa vd., 1997). Yıldırım vd. (2001) ülkemiz depolarındaki eksiklikler nedeniyle bu oranın %100'e kadar ulaşabildiğini bildirmektedirler. Bu zarar oranı bulaşma düzeyine göre daha da artabilmektedir. Ülkemiz iklim özellikleri ve üretim çeşitliliği nedeniyle çok sayıda depolanmış ürün zararlısının gelişmesine olanak vermektedir. Beslenmeleri sonucu, üründe ağırlık kayıplarına, tohumluk özelliğinin düşmesine, kalite ve besin değerlerinde olumsuz değişimlere yol açarak ticari değerinin düşmesine neden olmaktadır (Boxall, 2001). Ürünlerdeki kayıpların engellenmesi için zararlı böcek popülasyonlarının kontrol altına alınması gerekmektedir.

Ambarlarda önemli zararlılarından birisi de pirinç biti *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)'dir. Ülkemizde yapılan çalışmalarda, *S. oryzae*'nin hemen hemen tüm illerde belirlendiği ve diğer *Sitophilus* türlerinden daha yaygın olup yoğun popülasyon oluşturduğu görülmektedir (Bağcı vd., 2014). Pirinç, buğday, arpa, mısır, sorgum ve diğer tahıllarda zararlı olmaktadır (Erakay, 1982). Zararı hem ergin hem de larvalar yapmaktadır. Larva tanenin içinde yaşamakta ve iç kısmını yemekte, erginler ise taneyi dışardan kemirerek zarar yapmaktadır. Bu zararlı, yoğun olduğunda tanenin sadece parçalanmış kabukları kalmakta, üründe kızışma ve küflenmeye sebep olmaktadır. Zarar yaptığı daneler diğer sekonder zararlılar için ortam oluşturmaktadır. Ayrıca kırma ve un mamullerinde de zarar yapabilmektedir (Yıldırım vd., 2001).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda kimyasal mücadele yerine alternatif mücadele yöntemleri ön planda tutulmaya başlanmıştır (Vigneron vd., 2012; Li vd., 2015). Bu çalışma konularından birisi de endosimbiont bakterilerdir. Üzerinde en çok çalışma yapılan bakteri ise canlılarda üreme bozukluğuna neden olan *Wolbachia* olduğu görülmektedir. *Wolbachia* alternatif mücadelede potansiyeli olan bir etmen olarak görülmektedir.

Wolbachia sp., ilk kez 1924 yılında Herting ve Wolbach tarafından sivrisineğin (*Culex pipiens*, Diptera: Culicidae) üreme dokularında saptanmıştır. Bunun ilk tanımlanması 1936 yılında *Wolbachia pipientis* olarak Herting tarafından yapılmıştır (Merçot ve Poinot, 2009). Sadece dişi bireylerin sitoplazmaları ile taşınan *Wolbachia* böceklerde hücre içi simbiyotik bir bakteri olup 63 Arthropod türünden (Arachnida 2, Insecta 61) 48'inde (%76), 20 filarial nematod türünün 18'inde (%90) belirlenmiştir. Bütün Arthropodların ise %20'sinde *Wolbachia*'nın bulunduğu düşünülmektedir (Hise vd., 2004; Kozek, 2005; Hilgenboecker vd., 2008).

Wolbachia enfeksiyonu nadiren horizontal taşınmalarına rağmen anadan yavruya vertikal olarak taşınmakta ve konukçu üremesini sitoplazmik uyumsuzluk, erkek yumurtaları öldürmek, partenogenesis, feminizasyon ve oogenesis gibi birkaç yolla değiştirmektedir (Stevens vd., 2001; Kozek, 2005). Heddi vd. (1999) yapmış oldukları çalışmada *Wolbachia*'nın *S. oryzae*'nin tüm vücuduna (foliküler hücreler, oosit, testis, bağırsak ve bakteri lenfositleri gibi) yayıldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte *Wolbachia* yoğunluğunun dokudan dokuya değiştiğini, germ hücrelerinde yoğun fakat diğer dokularda az olduğunu

belirlemişlerdir. Bu bulgulara paralel olarak dokularda gözlenen zayıf floresan sinyalleri germ hücreleri ile karşılaştırıldığında, *Wolbachia*'nın ana hücreyi etkileyerek aktif olarak gelişmekte olan testislerdeki spermeleri değiştirdiğini vurgulamışlardır.

Sinkins ve O'Neill (2000) *Wolbachia*'nın coccoid veya bacilliform şeklinde olup, iki membranlı ve ortalama 0.8-1.5 µM uzunluklarda olup Rickettsiaceae familyası içinde yer aldığını, ayırıcı bir özelliklerinin de insanlarda hastalığa neden olmaması olduğunu ve bu bakterilerin endosimbiyont veya parazitlik etkileriyle omurgasız hayvanlarda bulduklarını bildirmişlerdir.

Vigneron vd. (2012) simbiyotik canlıların *S. oryzae* üzerinde endosimbiyontlar ve patojenler sayesinde böcek direncinin azaldığı mücadele yöntemlerinin artmakta olduğunu ve *Wolbachia*'nın alternatif olarak biyolojik mücadelede önemli bir yere sahip olduğunu belirtmişlerdir. İnsektisitlere dirençli popülasyonlarda *Wolbachia* oranının fazla olduğu belirlenmiştir. Böceklerde *Wolbachia* olması, insektisitlere karşı dirençli olmasını ve *Wolbachia*'nın yok edilmesi ise direncin ortadan kalkmasını sağlamaktadır (Berticat vd., 2002). Sivrisinekler ile yapılan bir çalışmada; organofosfatlı insektisitlerine karşı dirençli olanların, insektisitlere duyarlı sivrisineklere göre daha çok *Wolbachia* bulundurduğu, ergin vücut ölçülerini ve doğurganlıkta olumsuz etkilere neden olduğu belirlenmiştir (Duron vd., 2006).

Konukçu popülasyonunda hızlı şekilde yayılması ve konukçularının üremesi üzerine olan etkisi nedeniyle *Wolbachia* enfeksiyonları, bitki zararlıları ve vektör mücadelesinde güçlü bir potansiyel olarak görülmektedir (Sinkins ve O'Neill, 2000; Dunn vd., 2001). Bazı çalışmalarda depolanmış ürün zararlıları ile mücadelede *Wolbachia*'nın önemi vurgulanmış ve mücadeleye yönelik kullanılması amaçlanmıştır (Kageyama vd., 2009; Vigneron vd., 2012; Li vd., 2015). Zhang vd. (2010) *Wolbachia* enfeksiyonunun Curculionidae popülasyonları arasında üreme uyumsuzluğuna neden olabileceğini bildirmişlerdir. *Wolbachia*'nın böcek gelişimi üzerindeki sitoplazmik uyumsuzluk etkisi ile böceklerde kısırlaştırma oluşturmak için önemli bir basamaktır (Zabalou vd., 2004, Kageyama vd., 2009). Buna ek olarak bu tür zararlıların kontrol altına alınmasında alternatif yöntem olarak görülmektedir (Werren vd., 2008; Brelsfoard ve Dobson, 2009; Saridaki ve Bourtzis, 2010). *Wolbachia* enfeksiyonunun manipüle edilmesi; tıp, veterinerlik ve tarımsal alanlarda önemli olan zararlı Arthropod türlerinin biyolojik mücadelesi için kullanılabilecek önemli bir yöntemdir (Pourali vd., 2009). Heddi vd. (1999) *Sitophilus* türlerindeki *Wolbachia* varlığının çevre dostu stratejilerin geliştirilmesi için gelecekteki çalışmaları yönlendireceğini belirtmektedirler.

Dünyada *S. oryzae*'de *Wolbachia* varlığının belirlenmesi konusunda çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Werren vd., 1995; Fein ve Perlman, 2004; Kageyama vd., 2009; Henri ve Mouton 2011; Carvalho vd., 2014; Li vd., 2015). Bu çalışma ise ülkemizde bu tür üzerinde yapılan ilk çalışma özelliğini taşımaktadır.

1. MATERYAL VE METOT

Çalışmanın ana materyalini pirinç biti *S. oryzae* oluşturmaktadır.

Depolardan Pirinç bitinin toplanması, bir seferde ve en uzun depolama döneminde yapılmıştır. Örnekleme için Z biçiminde gezilerek ilgili deponun üst, orta ve taban kısmı olmak üzere üç bölgeden el sondasıyla veya depolanış biçimine göre yapılmıştır. Örnekleme sonrası yaklaşık 3-5 kg hububat örneği alınmıştır (Anonim, 2013). Aşağıda belirtilen illerdeki Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) ve özel hububat depolarından *S. oryzae* alınmıştır.

İç Anadolu Bölgesi: Ankara (Haymana ve Karakeçeli), Konya (Merkez ve Alibeyköy)

Ege Bölgesi: Manisa (Kaldere), İzmir (Merkez)

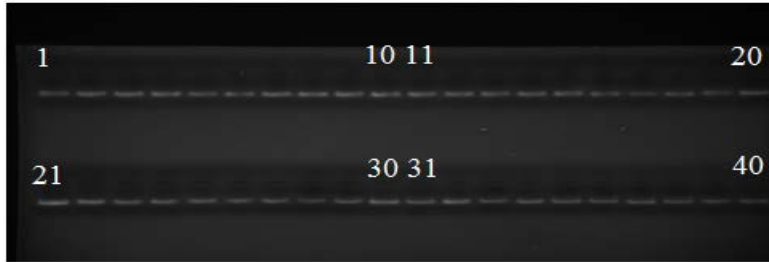
Akdeniz Bölgesi: Adana (Ceyhan ve Çukurköprü)

Karadeniz Bölgesi: Samsun (Bafra Bereket Un ve Bafra Pak Un)

Güneydoğu Anadolu Bölgesi: Şanlıurfa (Merkez), Diyarbakır (Özyıldızlar Un Fabrikası)

Sitophilus oryzae'nin kültüre alınmasında sağlam, beyaz yumuşak ekmeklik buğday kullanılmıştır. Buğdaylar 1 litrelik cam kavanozlara yaklaşık 300-400 g konulduktan sonra cam kavanozların kapakları yaklaşık 0.5-1 mm çapında delinerek hava sirkülasyonu sağlanmıştır. Bu kavanozlar küvetlere alınmış ve dip kenarlarına sıvı vazelin sürülmüştür. Kavanozlar $25\pm 1^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\%65\pm 5$ orantılı nem koşullarına ayarlanmış böcek yetiştirme odasına yerleştirilmiştir (Pimentel vd., 2008). İlk 10 birey elde edildikten sonra çalışmaya alınmıştır. *S. oryzae* örnekleri stereo-mikroskop yardımıyla ayrılmıştır. Toplanan böceklerin teşhisinde Hill (2002)'den yararlanılmıştır.

Genomik DNA izolasyonu için, Türkiye'nin 12 farklı lokasyonundan elde edilen *S. oryzae* popülasyonları yüzey sterilizasyonu için bir gece -20°C $\%95$ etanolde bekletilmiştir. Her ilden 10 birey olmak üzere toplam 120 örnekte *Wolbachia* varlığı araştırılmıştır. Genomik DNA izolasyonu için Saghai-Marroof vd. (1984)'nin kullandığı CTAB (Cetyltrimethylammonium bromide) solüsyonu yöntemi revize edilerek izolasyon yapılmıştır. Örnekler ependorf tüplerine alınarak 200 µl CTAB eklendikten sonra ezme çubukları ile iyice ezilmiştir. Ezme çubukları ile ezildikten sonra tekrar 200 µl CTAB eklendikten sonra içerisine 20 µl proteinaz K eklenip tüpün ağzı parafilmlelenerek 65°C sıcaklığındaki su banyosunda 24 saat bekletilmiştir. Su banyosundan çıkarılan örneklerin içerisine RNAaz eklenilerek 5dk oda sıcaklığında bekletilmiştir. 14.000 devirde 5 dk santrifüje tabi tutulan 1.5 µl ependorf tüplerinde üst kısımda kalan sıvı yeni tüpe alınmıştır. Yeni tüpe alınan örneklerin üzerine 500 µl 24:1'lik Cloroformisoamylalcohol eklenilerek elle hafifçe çalkalanmıştır. 18.000 devirde 10 dk santrifüje tabi tutulan örneklerin üst kısmında kalan sıvı tekrar yeni ependorf tüplerine alınmıştır. 500 µl 24:1 Cloroformisoamylalcohol eklenmiştir. Tekrardan 18.000 devir 10 dk santrifüje tabi tutulan örneklerin üst kısmında kalan sıvı yeni ependorf tüplerine alınmıştır. 400 µl önceden soğutulmuş isopronal eklenip -80°C 'de yaklaşık olarak 60 dk bekletilmiştir. -80°C 'den alınan örnekler 18.000 devirde 30 dk santrifüje tabi tutulmuştur. $\%70$ 'lik soğuk etanolden 500 µl eklenip 18.000 devirde 5 dk santrifüjlenerek yıkama işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin iki kez uygulanmasıyla genomik DNA'nın temizlenmesi sağlanmıştır. Etanolden genomik DNA pelleti arındırılıp ve pelletin büyüklüğüne göre yaklaşık olarak 20–50 µl arasında ultrasaf su eklenmiş, böylece genomik DNA elde edilmiştir. DNA'nın uygunluğunu kontrol etmek için, genomik DNA'lar $\%1$ 'lik agaroz jele yüklenmiştir. 80 volda 20 dk koşutularak spektrofotometre cihazı ile görüntü alınmıştır. Nanodrop cihazında da genomik DNA miktarı nanogram değerinden tespit edilmiştir. Değerlerin yaklaşık olarak 500 - 1800 nanogram arasında olduğu görülmüştür.



Şekil 1. *Sitophilus oryzae* örneklerinden elde edilen genomik DNA bant görüntüsü
1-10: İzmir, 11-20: Ankara, 21-30 Diyarbakır ve 31-40 Konya.

PCR amplifikasyonu için *S. oryzae*'den elde edilen genomik DNA örneklerinde *Wolbachia* enfeksiyonunun taranması amacıyla evrensel *Wolbachia* primeri (Zhou vd., 1998) *wsp81F* (5'TGG TCC AAT AAG TGA TGA AGA AAC3') ve *wsp691R* (5' AAA AAT TAA ACG CTA CTC CA3') kullanılmıştır. Bu primerler tek tek *Wolbachia* türlerine bağlı olarak 590-630 bp arasında değişen DNA parçasını çoğaltmaktadır. PCR için kullanılan 0.2'lik PCR tüplere sırası ile 5 µl 2X AmpMaster Taq Mix, 0.5 µl *wsp 81 F* primer, 0.5 µl *wsp 691 R* primer, 2.5 µl distile su ve 0.5 µl genomik DNA eklenen tüpler PCR cihazına yerleştirilmiştir. $45-55^\circ\text{C}$ ve $50-60^\circ\text{C}$ arasında gradient PCR'ı uygulanarak, 55°C 'de primerin bağlanma derecesinin en uygun sıcaklık olduğu tespit edilmiştir. PCR işlemi Zhou vd. (1998)'nin izlediği protokole revize edilerek

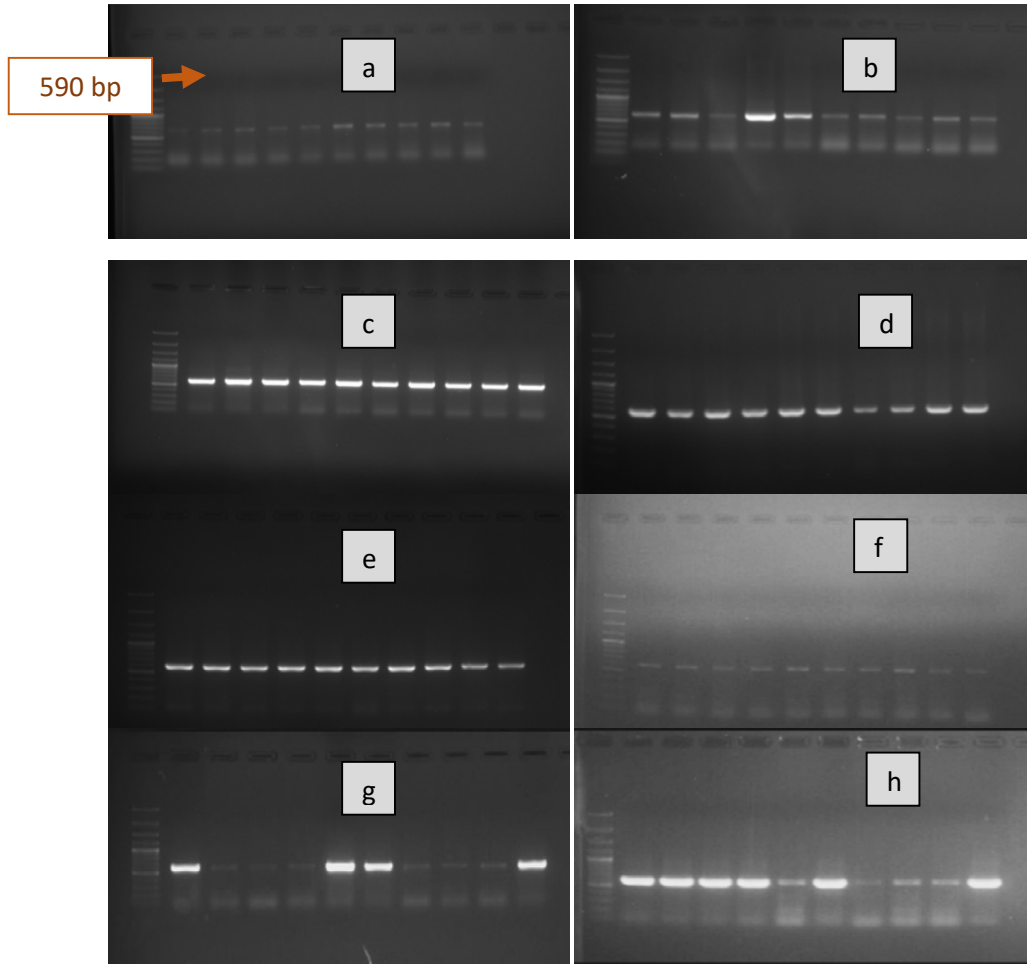
gerçekleştirilmiştir (Tablo 1). Takiben PCR ürünleri PRONASAFE ile boyalı %1.5'lik agaroz jelde yürütüldükten sonra UV transilluminatörde görüntülenmiştir.

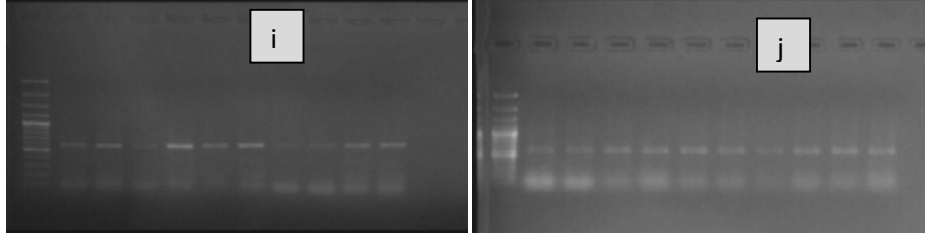
Tablo 1. *Sitophilus oryzae* üzerinde *Wolbachia* taraması için yapılan PCR döngü programı

PCR döngüsü	Sıcaklık (°C)	Süre	Döngü
Ön denatürasyon	95	2 dk	1
Denatürasyon	95	10 sn	35
Bağlanma	55	10 sn	
Uzama	72	15 sn	
Son uzama	72	2 dk	1

2. BULGULAR

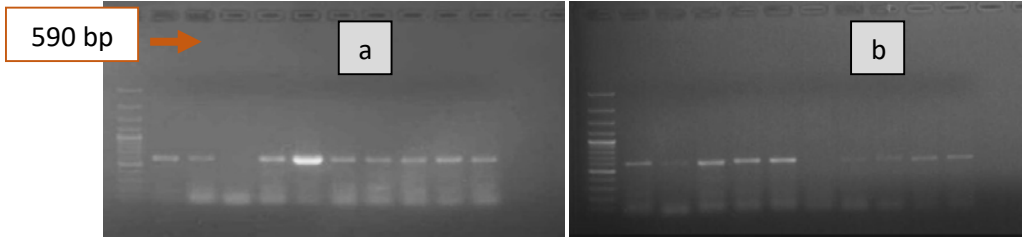
Ülkemizde Ege, İç Anadolu, Karadeniz, Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz bölgelerinden toplam 12 lokasyondan *S. oryzae* örnekleri toplanmıştır. Moleküler tekniklerin uygulanması sonucu elde edilen jel görüntülerine göre, taranan 120 örnekten 118'inde (%98,33) *Wolbachia* tespit edilmiştir. Şanlıurfa ve Adana (Çukurköprü)'da %90 oranında *Wolbachia* varlığı saptanmışken, Manisa, İzmir, Ankara, Diyarbakır, Samsun, Konya ve Adana illerinden elde edilen diğer 10 popülasyonda ise *Wolbachia* varlığı %100 oranında tespit edilmiştir (Şekil 2 ve 3).





Şekil 2. *Sitophilus oryzae* bireylerinde %100 oranındaki *Wolbachia* varlığı belirlenen iller.

- a) Manisa, b) İzmir, v) Ankara (Haymana), d) Ankara (Karakeçeli), e) Konya (Alibeyköy), f) Konya (Merkez), g) Samsun (Bafra Un), h) Samsun (Pak Un), i) Diyarbakır ve j) Adana (Ceyhan).



Şekil 3. *Sitophilus oryzae* bireylerinde %90 oranındaki *Wolbachia* varlığı belirlenen iller. a) Adana (Çukurköprü) ve b) Şanlıurfa.

Çalışmada *S. oryzae*'de cinsiyet belirlemeden rastgele örnekler seçilerek *Wolbachia* enfeksiyonu taranmıştır ve işlemlere tabii tutulmuştur. Bu nedenle bant parlaklıklarında farklılıklar söz konusudur.

3. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Çalışma sonucunda ülke genelinde *S. oryzae*'de *Wolbachia* bulunma oranı ortalama %98.34 olarak bulunmuştur. Tunçbilek vd. (2015) ise Antalya ilinden temin ettikleri *S. granarius*'un *Wolbachia* için pozitif, *S. zeamais*'ın ise negatif sonuç verdiğini belirlemişlerdir.

Dünyada *S. oryzae* üzerine yapılan çalışmalarda (Werren vd. 1995, Heddi vd. 1999 ve 2001, Shen vd. 2003, Fein ve Perlman 2004) söz konusu zararlının popülasyonlarında *Wolbachia* enfeksiyonunu tespit etmişlerdir. Henri ve Mouton (2011) *S. oryzae*'nin de bulunduğu Avustralya'dan toplanılan popülasyonlarda *wsp* geni ile *Wolbachia* enfeksiyonunun %73 - 99.7 oranları arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı gen bölgesinde tarama yapılan bir başka çalışma ise Kageyama vd. (2009)'nindir. İçerisinde *S. oryzae*'nin de bulunduğu Japonya ve İtalya popülasyonlarında *Wolbachia* varlığı tespit edememişlerken, Carvalho vd. (2014) dünyanın farklı ülkelerinden toplanan 16 *S. oryzae* popülasyonunun %43.75'inin *Wolbachia* ile enfekli olduğunu tespit etmişlerdir. Bunların bulaşık olma durumunun özellikle tropik ve subtropik bölgede *S. oryzae*'deki *Wolbachia* enfeksiyonunun bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir. Ülkemiz iklim koşulu açısından *Wolbachia* enfeksiyonu için elverişlidir. Li vd. (2015) Kanada'dan temin edilen *S. oryzae*'de *Wolbachia* enfeksiyonu tespit ederken, Avustralya, Kanada, Yunanistan, Myanmar, İspanya ve Trinidad'dan temin edilen *S. oryzae*'de *Wolbachia* enfeksiyonu olmadığını belirlemişlerdir. Sıcaklık, besin kalitesi ve yoğunluk gibi çevresel faktörler konukçudaki simbiyont yoğunluğunu ve dışıdan larvaya simbiyont aktarımını etkilemektedir (Hoffmann vd., 1990; Sinkins vd., 1995).

Carvalho vd. (2014) dünya'nın farklı ülkelerinden toplanan 11 *S. zeamais* popülasyonu (Meksika, Panama, Peru, Hindistan, Tayland, Brezilya, Mozambik, Avustralya, Kolombiya ve Amerika) ve 16 *S. oryzae* (Brezilya, Brezilya, Peru, Avustralya, İran, Ekvator, Amerika, Birmanya, Tobago, Hindistan, Egipt, Gürcistan, Brezilya ve Peru) popülasyonunda *Wolbachia* varlığını tespiti için 16S rDNA primerini

kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında *S. zeamais*'in %81.8'si *Wolbachia* ile enfekteliyken *S.oryzae*'de bulaşmanın %43.75 olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada tropik ve subtropik ortamdan temin edilen pirinç bitlerinin *Wolbachia* enfeksiyonu varlığı ile bağıntılı olduğunu bildirmişlerdir. *Wolbachia* enfeksiyonunun *S. oryzae* üzerinde horizontal olarak taşındığını belirtmişlerdir.

Henri ve Mouton (2011) *S. oryzae* üzerinde *Wolbachia*'nın üreme bozukluğuna neden olduğunu, içinde *S. oryzae*'nin de bulunduğu Avustralya'dan toplanılan popülasyonlarda *wsp* geni ile *Wolbachia* enfeksiyonunun %73 - 99.7 oranında olduğunu tespit etmişlerdir.

Kageyama vd. (2009) Coleoptera, Psocoptera, Lepidoptera ve Hymenoptera'dan 59 türden 18 türün *Wolbachia* ile enfekteli olduğu belirtmişlerdir. Çalışmada *S. oryzae*'nin Japonya ve İtalya popülasyonlarında *Wolbachia* varlığı tespit edilmemişken, *S. zeamais*'in Japonya popülasyonunda tespit edilmiştir.

Wolbachia'nın yok edilmesi durumunda böcek gelişimini olumsuz etkileyeceği göz önüne alınmalıdır. Chen vd. (2012)'ne göre oosit üretimi için *Wolbachia* gereklidir. Vigneron vd. (2012)'ne göre ise simbiyotik canlıların *S. oryzae* üzerinde patojenlere karşı mücadele ederken böceğin yaşam standartlarını düşürdüğünü ve konukçu bağışıklığı üzerine yeni perspektiflerin bulunduğunu ortaya koyarak, endosimbiyontlar ve patojenler sayesinde böcek direncinin azaldığı mücadele yöntemlerinin artmakta olduğunu bildirmişlerdir.

Ülkemizde Pirinç biti üzerinde *Wolbachia* ile daha önce bir çalışmanın yapılmamış olması, bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, ilerdeki çalışmalarda zararlı ile alternatif mücadele yapmaya ışık tutan bir çalışma ortaya konulmuştur. Dolayısıyla bu çalışma hem pirinç biti hem de *Wolbachia* hakkında bir kaynak teşkil etmektedir.

KAYNAKLAR

- Anonymous, 2013. Methods Handbook Challenge Ensuring, Food Security" Australia-India Strategic Research Fund. Updated 18.03.2013, Version 1.5, 56 s.
- Bağcı, F., Yılmaz, A., Ertürk, S., 2014. Ankara İli Hububat Depolarında Bulunan Zararlı Türleri. Bitki Koruma Bülteni, 54(1), 69-78.
- Bercat, C., Rousset, F., Raymond, M., Berthomieu, A. and Weill, M., 2002. High *Wolbachia* density in insecticide-resistant mosquitoes. The Royal Society, B (2002) 269, 1413–1416.
- Boxall, R.A., 2001. Post-harvest Losses To Insect-a World Overview. International Biodeterioration and Biodegradation, 48, 137-152.
- Brelsfoard, C.L., Dobson, S.L., 2009. *Wolbachia*-based Strategies to Control Insect Pests and Disease Vectors. [Asia-Pacific Journal of Molecular Biology and Biotechnology](#), 17, 55-63.
- Carvalho, G. A., Correa, A.S., Oliveira, L.O., Guedes, R.N.C., 2014. Evidence Of Horizontal Transmission Of Primary And Secondary Endosymbionts Between Maize And Rice Weevils (*Sitophilus zeamais* and *Sitophilus oryzae*) And The Parasitoid The Ocolax Elegans. Journal of Stored Products Research, 59, 61-65.
- Chen, S.J., Lu, F., Cheng, J.A., Jiang, M.X., and Way, M.O., 2012. Identification and Biological Role of the Endosymbionts *Wolbachia* in Rice Water Weevil (Coleoptera: Curculionidae). Environmental Entomology, 41(3), 469-477.
- Dunn, A.M., Hurst, G.D.D., Rigaud, T., 2001. Inherited Microorganisms, Sex-specific Virulence and Reproductive Parasitism. Trends in Parasitology 17,2.
- Duron, O., Labbe, P., Bercat, C., Rousset, F., Guillot, S., Raymond, M., et al. 2006. High *Wolbachia* Density Correlates With Cost of Infection For Insecticide Resistant *Culex pipiens* Mosquitoes. Evolution, 60, 303–314.
- Erakay, S., 1982. Ambar Böcekleri ve Savaş Yöntemleri T.O. ve Köy İşleri Bakanlığı Zirai Mücadele Ve Zirai Karantina Genel Müdürlüğü İzmir Bölge Zirai Mücadele Araştırma Enstitü Müdürlüğü Mesleki Kitaplar, Serisi No: 16 Ankara.
- Fein, E. Z., Perlman, S. J., 2004. Distribution of the Bacterial Symbiont *Cardinium* in Arthropods. Molecular Ecology, 13, 2009–2016.

- Heddi, A., Grenier, A.M., Khatchadourian, C., Charles, H., Nardon, P., 1999. Four Intracellular Genomes Direct Weevil Biology: Nuclear, Mitochondrial, Principal Endosymbiont, and *Wolbachia*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, 6814–6819.
- Heddi, A., Charles, H., Khatchadourian, C., 2001. Intracellular Bacterial Symbiosis in the Genus *Sitophilus*: The ‘Biological Individual’ Concept Revisited. *Research in Microbiology*, 152, 431–437.
- Henri, H., Mouton, L., 2011. High-Resolution Melting Technology: A New Tool For Studying the *Wolbachia* Endosymbiont Diversity in the Field. *Molecular Ecology Resources*, 12, 75–81.
- Hise, A.G., Ferguson, I.G., Pearlman, E., 2004. The Role Endosymbiotic *Wolbachia* Bacteria in Filarial Disease. *Cellular Microbiology*, 6, 97-104.
- Hilgenboecker, K., Hammerstein, P., Schlattmann, P., Telschow, A., Werren, J.H., 2008. How Many Species are Infected With *Wolbachia*? A Statistical Analysis of Current Data. *FEMS Microbiology Letters*, 281, 215-220.
- [Hill, D., 2002. Pests of Stored Product Foodstuffs and Their Control. Springer Publisher, the Netherlands, 478.](#)
- Hoffmann, A.A., Turelli, M. and Harshman, L.G., 1990. Factors Affecting The Sistribution of Cytoplasmic Incompatibility in *Drosophila simulans*. *Genetics* 126, 933–948.
- Kageyama, D., Narita, S., Imamura, T., Miyanoshta, A., 2009. Detection and Identification of *Wolbachia* Endosymbionts From Laboratory Stocks of Stored-product Insect Pests and Their Parasitoids. *Journal of Stored Products Research*, 46, 13–19.
- Kozek, W.J., 2005. What is in the *Wolbachia*/Dirofilaria Interaction?. *Veterinary Parasitology*, 133, 127-132.
- Li, Y.Y., Fields, P.G., Pang, B.P., Coghlin, P.C., Floate, K.D., 2015. Prevalence and Diversity of *Wolbachia* Bacteria Infecting Insect Pests of Stored Products. *Journal of Stored Products Research*, 62, 93-100.
- Merçot, H., Poinso, D., 2009. Infection by *Wolbachia*: From Pessengers to Residents. [Comptes Rendus Biologies](#), 332, 284-297.
- Pimentel, M.A.G., Faroni, L.R.D., Batista, M.D., Silva, F. H., 2008. Resistance of stored-product insects to phosphine”. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 43(12), 1671-1676.
- Pourali, P., Roayaei, Ardakani, M., Jolodar, A. and Razi, Jalali, M. H., 2009. PCR Screening of the *Wolbachia* in Some Arthropods and Nematodes in Khuzestan Province. *Iranian Journal of Veterinary Research*, Shiraz University, Vol. 10, No. 3, Ser. No. 28.
- Saridaki, A., Bourtzis, K., 2010. *Wolbachia*: more Than Just a Bug in Insects Genitals. [Current Opinion in Microbiology](#), 13, 67-72.
- Shen, Z., Denton, M., Mutti, N., Pappan, K., Kanost, M.R., Reese, J.R., Reeck, G.R., 2003. Polygalacturonase From *Sitophilus oryzae*: Possible Horizontal Transfer of a Pectinase Gene From Fungi to Weevils. *Journal of Insect Science*, 3-24.
- Sinkins, S. P., Braig, H. R. and O’Neill, S. L. 1995. *Wolbachia* Superinfections and the Expression of Cytoplasmic Incompatibility. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 261, 325–330.
- Sinkins, S.P., O’neill, L.S., 2000. *Wolbachia* as a Vehicle to Modify Insect Populations. In: *Insect Transgenesis - Methods and Applications* (Eds: Handler, A. M., James, A. A.). Boca Raton, CRC Press. 271-284.
- Stevens, L., Giordano, R., Fialho, R.F., 2001. Male-Killing, Nematode Infection, Bacteriophage Infection, and Virulence od Cytoplasmic Bacteria in the Genus *Wolbachia*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 519-545.
- Tunçbilek, A.S., Bakir, S., Derin, I., Bilbil, H., 2015. Screening of Reproductive Symbionts of *Sitophilus granarius*, *Sitophilus zeamais* and Their Parasitoid *Lariophagus distinguendus*. *Integrated Protection of Stored Products IOBC-WPRS Bulletin*, Vol. 111, 511-517.
- TÜİK. 2014. Türkiye’de Toplam Buğday Üretim Alanı ve Toplam Ürün Miktarı. Erişim Tarihi: 08.05.2017. http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001.
- Vigneron, A., Charif, D., Vincent-Monégat, C., Vallier, A., Gavory, F., Wincker, P., Heddi, A., 2012. Host Gene Response to Endosymbiont and Pathogen in the Cereal Weevil *Sitophilus oryzae*. *BMC Microbiology*, 12-14.
- Werren, J.H., Zhang, W., Guo, L., 1995. Evolution and Phylogeny of *Wolbachia*: Reproductive Parasites of Arthropods. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 261, 55-63.
- Werren, J.H., Baldo, L. and Clark, M. E., 2008. *Wolbachia*: Master Manipulators of Invertebrate Biology, Biology Department, University of Rochester, New York, *Nature Reviews Microbiology*, 6, 741–751.
- Yıldırım, E., Özbek, H., Aslan, İ., 2001. Depolanmış Ürün Zararlıları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:191.
- Zhang, X., Luckhart, S., Tu, Z., Pfeiffer, D.G., 2010. Analysis of *Wolbachia* Strains Associated With *Conotrachelus nenuphar* (Coleoptera: Curculionidae) in the Eastern United States. *Environ. Entomol.* 39(2), 396-405.
- Zhou, W., Rousset, F., O’neill, S., 1998. Phylogeny and PCR-based Classification of *Wolbachia* Strains Using *Wsp* Gene Sequences. *Proceedings of the Royal Society Publishing*, 265, 509-515.



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA ENTEGRE MÜCADELE ÇALIŞMALARININ ÜLKEMİZ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Birol AKBAŞ¹

¹T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

E-posta: birolakbas99@gmail.com

ÖZET

Günümüzde sürdürülebilir tarımsal faaliyetlerde birçok zorluk ile karşı karşıya kalınmaktadır: bunlardan en önemlisi de etkili ve sürdürülebilir bitkisel üretim ile gıda güvenliğini kesinleştirmektir. Sürdürülebilir tarımda gelişmiş ülkeler için verimliliği arttırmak esastır. Ancak gelişmekte olan ülkeler için sürdürülebilirlik sağlanmaya çalışılırken, öncelik gıda üretimini arttırmaktır. Bitki sağlığı alanındaki başarılar zararlı ekosisteminin durumu, pestisit uygulamaları ve yeni ürün çeşitliliğinin girişi ile ölçülür. Ürün kayıplarının engellenmesi ve yüksek kalitede üretim sağlamanın köşe taşları, ürün koruma ve entegre mücadeledir. Entegre mücadelenin de en önemli elementleri biyolojik mücadele ve zararlı organizmalara karşı dayanıklı bitki geliştirilmesidir. Yalnız biyolojik mücadele için, konukçu, zararlı organizma ve doğal düşman arasında ekolojik ilişkinin çok iyi bilinmesine gerek vardır. Dayanıklı bitkilerin geliştirilmesi ise konvansiyonel yetiştirme, biyoteknoloji ve genetik mühendislik kullanılarak sağlanmalıdır. Gelişmekte olan ülkelerde zararlı organizmalarla sürdürülebilir mücadelede yeni bilgilerin kullanımında, uygulamadaki işçilerin, çiftçilerin ve karar vericilerin talimi ve eğitimi esastır. Zararlı organizmalarla mücadele yaparken insan sağlığı ve çevre dostu mücadele yöntemlerini öne çıkaran ve minimum düzeyde kimyasal kullanımını amaçlayan IPM çalışmaları ülkemizde ilk olarak 1970'li yıllarda başlamıştır. Çevre dostu uygulamaları arttırmak için çok sayıda araştırma ve öneri faaliyetleri başlatılmıştır. Yetiştiricilerin bilinçlenmesi için gerekli bilgi ve destek verilmiştir. Zararlı organizmaların tanınması ve takibi, biyolojik mücadele kavramının öğrenilmesi ve diğer çevre dostu mücadele yöntemlerinin tercih edilmesinin sağlanması gibi IPM önceliklerinin benimsenmesinde önemli mesafeler kat edilmiştir. Gelecekte de ülkemizde bitki koruma alanında karşılaşılan zorlukların çözümünde IPM uygulamalarının en çok tercih edilen mücadele programlarının başında geleceği aşıkardır.

Anahtar kelimeler: Tarım, zararlı organizmaların mücadelesi, alternatif mücadele

ASSESSMENT OF INTEGRATED PEST MANAGEMENT STUDIES IN SUSTAINABLE AGRICULTURE FOR TURKEY

ABSTRACT

Agriculture activities have multiple challenges and difficulties nowadays. The most considerable challenges are to make certain food security and sustainable plant production. It is important to enhance productivity in sustainable agriculture for developed countries. Priority for developing countries is to increase food production while simultaneously trying to optimize sustainability. Achievements in plant protection are countered by continued evolution of the pest ecosystem, application of pesticides and the introduction of new crop varieties. Plant protection and IPM are cornerstones of preventing crop losses and ensuring high quality production. The most significant elements of integrated pest management are biological control and durable resistance to pest. Ecological relationships among host, pest and natural enemy should be required for biological control of plant pests. Improvement of durable resistance plants to pests must be derived by conventional breeding or by using biotechnology and genetic engineering. Implementation of sustainable pest management will need training and education of farmers, extension workers, policy makers and other stakeholders to deliver new information in the developing countries. IPM studies which aim to keep pesticide use in minimum level, to highlight environment friendly practice and human health were firstly conducted in 1970s in Turkey parallel to the world. A lot of research proposals and activities were implemented for increasing



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

environment friendly practices. Technical information and support were presented for awareness of farmers. Considerable ways were covered on acceptance of IPM priorities such as recognition and monitoring of harmful organisms, knowing biological control concept and its agent importance and the other environment friendly practices. It is obvious that IPM practices will be preferred at solving of challenges and difficulties faced on plant protection field in our country in future.

Keywords: Agriculture, control of harmful organisms, alternative control methods

1. GİRİŞ

Ekonomimizin temel taşlarından biri olan tarımın önemi ülkemiz ve dünya için her geçen gün giderek artmaktadır. Nüfus artışı, tüketim alışkanlıklarının değişmesi, küresel ısınma nedeniyle gıdaya erişimin önümüzdeki yıllarda daha zor ve pahalı hale geleceği böylece 2050 yılına kadar mevcut gıda tüketiminin yüzde 60 oranında artacağı ihtimali, tarımın önemini daha da arttırmaktadır. Tarım alanlarının sınırlı olmasından dolayı, tek yolun verimliliği artırmak olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, ülkemizde tarımsal üretim giderek çeşitlenmesine ve artmasına rağmen ekonomimizdeki payı giderek daralmaktadır. Tarım alanlarını kirlenmeden uzak tutmak, çölleşmeyi önlemek, korumak ve sürdürülebilir tarımı gerçekleştirmek zorundayız. Tarımsal üretim faaliyetleri içerisinde ana faktörlerden biri olan bitkisel üretimin her aşamasında ürünlere zarar veren çok sayıda hastalık, yabancı ot ve zararlı böcek bulunmaktadır. Bitkisel üretimde verimliliği artırmanın en önemli unsurlarından biri de bu zararlı organizmalarla mücadeledir. Mücadele yöntemleri üretim şartlarına, teknolojiye ve üreticilerin imkanlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Bu mücadele yaklaşımları içinde entegre zararlı yönetimi ya da en genel adıyla entegre mücadele (Integrated Pest Management, IPM) verimliliği arttırmadaki uğraşlar içinde en önemlilerden ve tercih edilen bir mücadele stratejisi olarak ortaya çıkmıştır.

Entegre mücadele çevreye dost, ekonomik ve de sosyal sorumluluğa sahip olması nedeniyle, tarımda entegre ürün yönetiminin ve entegre üretimin etkili araçlarından birisidir. IPM sağlıklı bitki yetiştirirken tarımsal ekosistemin en az zarar görmesi için uğraş veren ve doğal zararlı kontrol mekanizmalarını teşvik eden bir sistemdir. Yarım yüzyıldır IPM kullanımının artırılmaya ve yaygınlaştırılmaya çalışılmasına rağmen birçok üretim sisteminde yoğun bir pestisit kullanımı söz konusudur ve IPM hala araştırılmaya ve geliştirilmeye devam etmektedir. Bu süreç içerisinde IPM, genel anlamda artan kimyasal pestisitlere bir cevap olarak dizayn edilmiştir (Stern ve ark., 1959). Yani IPM hala bütüncül bir yaklaşım olamamıştır. IPM uygulayıcıları zararlılarla mücadelede entegre olunan birkaç yöntemin disiplinler arası araştırma programlarına ihtiyaç duyduğunu ancak bu araştırma programlarının çoğunun tek bir bitki koruma yöntemine odaklandığını belirtmişlerdir. Örneğin entomologlar, kimyasal ekologlar ve bitki yetiştiricileri zararlılara karşı dayanıklı çeşitler geliştirmek için disiplinler arası bir yaklaşıma başvurmuşlardır. Ancak bu hiç IPM araştırması olarak düşünülmemiş ve zararlı yönetiminin sadece bir unsuruna (bitkinin dayanıklılık genine) odaklanılmış olarak kalmıştır. Entegre yaklaşımına uymak için birden fazla zararlı yönetim modeli hesaba katılmalıdır. Gıda güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlikten dolayı da IPM mefumu sık sık gündemde yer almaktadır. Gıda zincirindeki paydaşlar eğer IPM'i daha da geliştirmezlerse, belki sahip olunandan daha fazla ihtiyaç olunacağı aşıkardır.

Bu çalışmada, sürdürülebilir tarımda IPM'in aldığı rol ile birlikte; yaklaşık 50 yıllık IPM tecrübesine sahip sürekli yenilik sürecinde olan, çeşitli ürün ve üretim sistemlerini arayan, tarımsal faaliyetlerini, tarımsal ekolojiye bağlı olarak, ekonomik, çevresel ve sosyal kriterlere uygun bir biçimde yürüten ülkemizin bu konudaki tecrübeleri ve kazanımları değerlendirilmiştir.

2. IPM'İN SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKI YERİ, ÖNEMİ VE TARİHSEL SEYRİ

Tarımsal üretimde kullanılan bitki koruma ürünlerinin kullanımının azaltılmasına yönelik faaliyetlerin sürekli geliştirilmeye çalışılması ve yeni çözümler üretme çabası IPM'i dinamik bir yaklaşım haline getirmektedir. Geliştirilmeye çalışılan tüm ürün sistemlerinde, bilgi ve gereçlerde optimal bir karar mekanizması esastır. IPM, bitkisel ürünlerde %40'lara varan kayıplara yol açan zararlı organizmalarla mücadelede biyolojik, organik, kültürel, mekanik ve kimyasal olmak üzere tüm mücadele metotlarının birbiriyle uyumlu bir şekilde kullanılmasını içeren bilimsel bir zararlı yönetim sistemidir. İnsan sağlığına ve çevreye olan riskleri minimum düzeyde olan ekonomik ve ekolojik bitki koruma ürünlerinin uygun aralıkta ve dozda kullanımını teşvik eden bir mücadele programıdır. Bunların yanında üretici ve tüm paydaşların yararını da gözetilen bir sistemdir. IPM bitki zararlı organizmaları ile mücadelede kimyasal pestisit kullanımını minimum düzeyde tutarak mevcut diğer kontrol yöntemlerinin bütüncül olarak kullanılmasını öngören bir yaklaşımdır. Amaç zararlı organizmaları tamamıyla yok etmek değil, bunların popülasyonunu ekonomik zarar eşiğinin altında tutarak kontrol altına almaktır. Bu strateji sadece üretici, tüketici ve çevrenin maruz kaldığı toksik etkileri azaltmak değil aynı zamanda zararlı organizmaların pestisitlere olan dayanıklılığını da azaltmayı hedefler.

IPM programları amaçlarını pestisit kullanımını devre dışı bırakmak olarak ifade etmez. Pestisit kullanımını azaltmayı, güvenli kullanımını, bundan kaynaklı ekonomik kayıpları azaltmayı, çevre ve insan sağlığına olan zararları azaltmayı amaçlar. Bu amacında da yakın gelecekte çok büyük bir değişiklik olmayacağı görünmektedir.

Entegre mücadele kavramı ilk olarak 1959 yılında Stern tarafından ortaya atılmış ve bu kavram, biyolojik ve kimyasal yöntemlerin, birlikte kullanılması olarak anlaşılmıştır (Stern ve ark., 1959). Avrupa'da da ilk IPM çalışma grubu "Working Group for Integrated Plant Production in Orchards" ismiyle 1959 yılında oluşturulmuştur. Bu çalışma grubu şimdi "International Organisation for Biological and Integrated Control for Noxious Animals and Plants (IOBC)" olarak bilinmektedir. Entegre mücadelenin ilkeleri, 1965 yılında FAO tarafından belirlenmiş, ilk IPM terimi de 1967'de kullanılarak, 1970'li yıllarda program önem kazanmaya başlamış ve 1972 yılında da entegre mücadele (IPM) sistemine dönüştürülmüştür. IOBC IPM'i ön plana çıkarmak için 70 ve 80'li yıllarda Avrupa'da birçok çalışma grubu kurmuştur. Organizasyonun stratejisi Batı Avrupa'da pestisit kullanımını sınırlamayı ve ekolojiye olan negatif etkisini azaltmayı amaçlarken, Doğu Avrupa'da pestisit noksanlığından dolayı farklı alternatiflere odaklanmışlardır. Rio de Janeiro da 1992 yılında yapılan toplantıda gündemin 21. maddesine göre IPM en iyi çözüm olarak değerlendirilmiştir.

Avrupa Birliği (AB) üye ülkeleri için 91/414/EEC direktifi, sistem yaklaşımı ve pestisit kullanım gerekliliğinin minimum seviyelerde kalması ortak nokta olmuştur. Bu direktif üye ülkelerin IPM ilkelerini dikkate almasını teşvik eder. AB otoriteleri 2006 yılında "Pestisitlerin Sürdürülebilir Kullanımı" hakkında tematik strateji yayınlamışlar ve bitki korumayla ilgili olarak yeni taslak yasama dokümanı öne sürmüşlerdir. Temmuz 2006'da Avrupa Komisyonu pestisitlerin sürdürülebilir kullanımı için tematik bir strateji "(COM (2006) 372)" ile birlikte Çerçeve Direktif "(COM (2006) 373)" önerilerini ortaya koymuştur.

Bitkileri zararlı organizmaların zararından korumanın en kolay yolunun pestisit kullanımının olması, çevre ve insan sağlığı açısından istenmeyen sonuçların doğmasına neden olmaktadır. Sentetik pestisitlerin kullanımıyla, bu etki daha da kalıcı ve de zararlı organizmalarla mücadele işlemi daha da komplike hale gelmektedir. Aktif maddelerin sayısının azaltılmasına yönelik çalışmalar dayanıklılığın ortaya çıkmasının

lehine işlemiştir. Avrupa komisyonunun kararı ile 2001 yılında 1000'den fazla olan aktif madde sayısı 2009 yılında 250 civarına düşürülmüştür (Jensen, 2015). Bu trendin hala aşağıya inmesi devam etmektedir. Avrupa Bitki Koruma Komisyonunun yaptığı bir çalışmada 2000 yılında 70 tane olan yeni aktif madde sayısı, 2012 yılında 28'de kalmıştır (Mc Dougall, 2013). Bu problemlerin tek çözümünün IPM olduğu kanısı giderek artan bir eğilimdir (Barzman ve ark., 2015).

AB bitki koruma ürünlerinin piyasaya arzı ile ilgili yapmış olduğu 2009/1107/EC sayılı düzenleme, kimyasal mücadeleye alternatif teknikler ve entegre mücadele yöntemlerinin kullanımının teşviki ile pestisitlerin sürdürülebilir kullanımıyla ilgili olan 2009/128/EC sayılı direktif ile, tarımda kimyasal olmayan çözüm arayışını ortaya koymuştur. Bu düzenlemeler IPM araçlarının gelişiminin artırılmasına olanak sağlamıştır. Böylelikle gıda üretimini herhangi bir riske sokmadan çevre ve insan sağlığının korunmasının garanti edilmesi hedeflenmiştir. Bu yeni düzenlemeler ile AB'de "Entegre Mücadele Yönetimi" benimsenmiş ve "Pestisit Riskleri ve Kullanımının Azaltılmasına" yönelik çalışma ve araştırmalar ön plana çıkmıştır. Bu direktif doğrultusunda yapılan çalışmalar sonucu "Development of guidance for establishing Integrated Pest Management (IPM) principles" başlıklı final raporu hazırlanarak Avrupa Komisyona sunulmuştur. Bu raporda IPM'in genel prensipleri ve diğer prensipleri yer almıştır (Joas ve Cotillon, 2009). IPM'in genel prensipleri ile birlikte spesifik prensipleri de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Bu sonuçlara göre önerilen 8 prensip tartışılmış ve değerlendirilmiştir.

Avrupa parlamentosu tarafından da kabul edilen IPM'in 8 genel prensibi aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

(1) zararlı organizmaların engellenmesi ya da baskı altında tutulması için alınması gereken tedbirler (2) Takip araçları (3) Karar verme için esas eşik değerleri (4) Kimyasal olmayan pestisitlerin tercih edilmesi (5) Hedef organizma ve yan etkilerin minimize edilmesi (6) Gerekli seviyelerde tutularak kullanımın azaltılması (7) Anti dayanıklılık stratejilerinin uygulanması (8) Kayıt, takip, dokümantasyon ve başarının kontrolü

Bu 8 genel prensibin yanında AB'de farklı ülkelerde ve diğer ülke ve organizasyonlarda

20'ye yakın prensip ya da IPM elementi benimsenmiş ve uygulanmaktadır (Joas ve Cotillon, 2009; Barzman et al., 2015)

AB'nin 2010 yılında tarımsal araştırmalar daimi komite (SCAR) toplantısında, "Pestisit Riskleri ve Kullanımının Azaltılması için Entegre Zararlı Yönetimi (IPM)" isimli bir çalışma grubu kurulmasına karar verilmiştir. Yirmi ülkenin yer aldığı bu çalışma grubunda; pestisit kullanımının azaltılması ve IPM konularında, politika, strateji ve araştırmalarla ilgili bilgi paylaşımı sağlanmıştır. Sürdürülebilir pestisit kullanımı ile ilgili olan 2009/128/EC sayılı direktif ile IPM prensiplerinin yürürlüğe konulması zorunluluktan dolayı karşılaşılan zorlukları bertaraf etmek için, "Avrupa Koordineli Entegre Mücadele Yönetimi (C-IPM)" isimli bir ERA net projesi 2013 yılında AB 7. çerçeve programına sunulmak üzere, Fransa koordinatörlüğünde 32 ülkenin katılımıyla hazırlanmıştır. Ülkemiz de bu projede alt iş paketi sorumlusu olarak yer almıştır (Akbaş, 2018). Bu çalışmada, zararlı dayanıklılığı problemlerinin artışının nedeni IPM'den değil, zararlı mücadele yönetiminde kullanılan çok sayıdaki araçtan kaynaklandığı ve halihazırdaki IPM programlarının etkinliğinin daha bütüncül bir yaklaşım kullanılarak ıslah edilebileceği, böylelikle bütün IPM araçlarının kombinasyonunun, bireysel zararlı yönetim araçlarının ayrı ayrı uygulanmasına göre daha yüksek etkiye sahip olduğu kanaatine varılmıştır (Lamichhane ve ark., 2016; Lamichhane ve ark., 2018). Projenin ilk aşaması 6 Aralık 2016 yılında Brüksel'de yapılan konferans ile tamamlanmıştır. Daha sonraki aşamada C-IPM bünyesinde belirlenen önceliklere göre proje çağrılarında çıkmış ve 2018 yılı sonu ile 16 uluslararası araştırma projesi C-IPM bünyesinde başlatılmıştır.

3. ÜLKEMİZDE IPM ÇALIŞMALARI

Ülkemizde zirai mücadele faaliyetleri, yapılan araştırmalar sonucu elde edilen çıktılar kullanılarak Bakanlığımız araştırma enstitülerinde çalışan uzmanlar tarafından hazırlanan **Entegre Mücadele Teknik Talimatları** (EMTT) ve **Zirai Mücadele Teknik Talimatları** (ZMTT) doğrultusunda yürütülmektedir. Zararlı organizmaların mücadelesinde kullanılan bitki koruma ürünlerinin ruhsatlandırılması aşamasında yapılması zorunlu olan denemeler de araştırma çıktılarına göre hazırlanan **Standart İlaç Deneme Metotlarına** göre yürütülmektedir. Ülkemizde şu an itibariyle ekonomik anlamda tarımı yapılan 80'nin üzerinde kültür bitkisinde yaklaşık olarak 950 civarında zararlı organizmanın hastalık ve zarar oluşturduğu belirlenmiştir.

Dünyadaki gelişmelere paralel olarak ülkemizde de aynı yıllarda entegre mücadele yaklaşımları benimsenmiş ve ürüne dayalı bir sistem belirlenerek, ana zararlı organizmalarla mücadele esas alınmıştır. İlk olarak 1970 yılında pamukta uygulanmaya başlamış ve 1972'de elma ile fındık ilaveleriyle devam etmiştir. IPM politika ve stratejileri dahilinde, 1992 yılından itibaren kimyasal pestisit kullanımının 1/3 oranında azaltılması hedeflenmiş ve IPM programlarının oluşturulmasına yönelik araştırmalara başlanmıştır (Bulut ve Tamer, 1996). Bu hedefe ulaşmak için; kimyasal mücadeleye alternatif olarak, IPM çalışmaları ve alternatif kontrol metotları önem kazanmıştır.

Ekonomik öneme sahip pamuk, elma, fındığa ilaveten, buğday, turunçgil, mısır, patates, örtüaltı sebze, zeytin, kiraz, antepfıstığı ve bağ gibi 12 üründe 1994 yılına kadar çalışmalar araştırma ağırlıklı olarak yürütülmüştür. 1994 yılında hazırlanan “Entegre Mücadele Araştırma, Uygulama ve Eğitim Politikası ve Stratejisi” gereğince, 1995 yılından sonra yürütülen entegre mücadele projeleri, araştırma ağırlıklı olmaktan ziyade, uygulama ağırlıklı hale getirilmiştir. Belirlenen politika ve stratejiye uygun olarak, IPM programları 1995'te nohut, mercimek, kayısı ve şeftali ilavesi ile 16 ana ürüne çıkartılmış ve bunlara yönelik EMTT hazırlanmış ve uygulamaya aktarılmıştır. Bu teknik talimatlar yeni bilgiler ışığında 2011 yılında revize edilmiş, 16 adet EMTT takım halinde tekrar yayınlanmıştır. Üçüncü revizyon ile birlikte, nar, çeltik ve ceviz yetiştiriciliğinde EMTT ilavesi ile talimat sayısı 2017 yılında 19'a çıkarılmıştır. Bu son revizyonda ürün ve ürün gruplarına göre EMTT hazırlanmıştır. İki farklı ürün grubu için “kiraz ve vişne” “elma, armut ve ayva” olmak üzere iki ürün grubuna ait birer talimat hazırlanmıştır. Toplamda 22 ürüne ait 19 EMTT hazırlanmıştır.

Entegre mücadele uygulanan her ürün için, ilgili genel müdürlükler (TAGEM ve GKGM) ile araştırma enstitüleri, tarım il ve ilçe müdürlükleri, üniversiteler, sivil toplum örgütleri (kooperatifler, çiftçi birlikleri, özel sektör, vs.) ve çiftçileri kapsayacak şekilde, birer “Entegre Mücadele Organizasyon Şeması” ile “Teknik İş birliği ve Koordinasyon Ağı” oluşturulmuştur. IPM programları Bakanlığımızca pilot olarak seçilen illerde, bir plan dahilinde; araştırma enstitüleri, il müdürlükleri, üretici birlikleri ve üreticilerle birlikte yürütülmektedir. Bu çalışmalar **Entegre Mücadele** (EM) yürütme talimatına ve EM prensiplerine göre gerçekleştirilmektedir. Entegre mücadele prensipleri 2015 yılında hazırlanmış ve 24 tane olarak belirlenmiştir. Entegre mücadele projeleri, hedef kitle olan çiftçiler için hazırlanarak; araştırmacı, yayımcı ve çiftçilerin iş birliği ile uygulanmaktadır.

Ülkemiz IPM çalışmalarında kimyasal pestisit kullanımının azalışı ana gösterge olarak kabul edilmiştir (Akbaş, 2015). Bakanlığımızın 2023 yılı hedefleri doğrultusunda, EM prensipleri çerçevesinde kimyasala alternatif araştırma projelerinin 2011 yılında tüm araştırma projeleri içerisinde yaklaşık %20 olan oranının %50'ye çıkarılması hedeflenmiş 2016 yılı itibariyle %35'e ulaşılmıştır (Akbaş, 2018). Zararlı organizmalarla mücadelede giderek önemi artan ve “Entegre Ürün Yönetimi”, “İyi Tarım Uygulamaları” ve “Sürdürülebilir Tarımsal Üretim” temelini oluşturan IPM'in, araçlarını arttırmak, üretimini ve kullanılabilirliğini gerçekleştirmek için ülkemizde son yıllarda çok önemli adımlar atılmıştır.

Avrupa parlamentosu tarafından IPM'in 8 ana ve diğer önemli prensipler ülkemiz için de benimsenmiş olmakla birlikte, bizim için IPM'in en önemli unsurları biyolojik mücadele ve biyoteknik mücadele unsurları olmuştur. Bu yöntemleri kullanan üreticiler 2010 yılından itibaren bakanlığımız tarafından

desteklenmeye başlamıştır. Adana Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü 2011 yılında “Biyolojik Mücadele Araştırma Enstitüsü” olarak organize edilmiştir. Ayrıca bu kurum bünyesinde uluslararası çalışmaların da yürütüleceği bir “**Biyolojik Mücadele Araştırma Merkezi**’nin” ve Bornova Zirai Mücadele Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü bünyesinde ise “**Biyoteknik Mücadele ve Pestisit Uygulama Teknikleri Merkezi**” kurulma çalışmalarına sırasıyla 2013 ve 2014 yıllarında başlanmış ve 2017 yılının ilk yarısında Biyolojik Mücadele Araştırma Merkezi’nin açılışı yapılmıştır. Biyoteknik Mücadele Merkezi’nin de yakın zamanda açılması beklenmektedir. Böylece bakanlığımızın stratejik planı doğrultusunda entegre mücadelenin en önemli bileşenleri olan biyolojik mücadele ve biyoteknik mücadele imkânlarının artırılması hedeflenmiştir (Akbaş, 2018). Bu süreçte biyolojik ve biyoteknik mücadele uygulanan alanlarda yaklaşık 150 katlık bir artış (5 bin dekardan 297.057 dekara çıkmıştır) sağlanmıştır. (Anonim 2014, Anonim 2018).

Son yıllarda IPM’in diğer araçlarının kabul ve görünürlüğünün artırılmasına yönelik birçok faaliyet gerçekleştirilmiştir. Üretici ve sahadaki teknik elemanların bu yönde yetişmesi için periyodik olarak her yıl yapılan eğitimlerin yanında; araştırma sonucu uygulamaya verilen IPM araçlarının ilgili tüm paydaşlar tarafından tanınırlığının ve kullanılabilirliğinin artırılmasına yönelik çeşitli ulusal ve uluslararası çalıştay ve toplantılar düzenlenmiştir (Canavar otuna karşı malçlama, Örtü altında solarizasyon, Yumuşak çekirdekli bahçelerde ateş yanıklığına yönelik erken uyarı modellerini içeren ve diğer bütüncül mücadele teknikleri, Kalıntı problemlerine karşı pestisitlerin doğru ve zamanında kullanımına yönelik, şarka virüs hastalığına karşı bütüncül mücadele, örtü altında zararlı olan beyaz sineğin mücadelesi vb.).

Bu çalışmalar ile şimdiye kadar üreticilerin bilinçlenmesi, zararlı organizmaların tüm paydaşlar tarafından tanınması, biyolojik mücadele kavramının öğrenilmesi ve solarizasyon, malçlama vb. diğer çevre dostu mücadele yöntemlerinin tercih edilmesinin sağlanması gibi IPM önceliklerinin benimsenmesinde önemli mesafeler alınmıştır.

4. SONUÇ

IPM’in fonksiyonel ve sürdürülebilir bütünsel çözümlerini yerine getirmek, başarısını daha da arttırabilir. Bu başarıya ulaşmak gıda zincirindeki tüm paydaşların ortak çabasına bağlıdır. Genel anlamda IPM’in başarısının değerlendirilmesinde; kullanılabilirliği, kabul görünürlüğü, uygulanabilirliği, yürütülebilirliği, fizibilitesi, maliyeti ve etkinliği gibi kriterler çok önemlidir. Bu kriterleri değerlendirecek bir ölçü tam olarak bulunmamaktadır. Ürüne dayalı ana hastalık ve zararlılar öncelik alınarak uygulanan zararlı yönetiminde, IPM’in tüm araçlarının hep birlikte uygulandığına dair bir değerlendirme kriteri de yoktur. Bir diğer eksiklik de çiftçilerimizin IPM’i ne ölçüde kabul ettiği, bundan dolayı, araştırma ve politikalar basit ve kolay indikatörlere odaklanmalıdır. Böylece IPM’in ülkemizde kabul oranı ölçülebilir. Bu durum daha sonraki süreçte IPM’in tüketici ve perakendeciler tarafından benimsenmesini sağlayacaktır. Saha gözlemlerinden, bu kriter ve prensiplerin özellikle örtü altı yetiştiriciliği yapan üreticiler tarafından benimsendiği görülmüştür. Örtü altında biyolojik ve biyoteknik mücadele yapılan alanların artması bunun göstergelerinden biridir (Anonim 2014, Anonim 2018). Önemli bir gösterge de AB’nin 25 Ocak 2010 tarihinden itibaren pestisit kalıntı riski nedeniyle uygulamaya koyduğu %10 sıklıkla tahlil zorunluluğunu domateste Ekim 2013 tarihi itibarıyla kaldırılmış olmasıdır.

Ülkemiz bitki biyoçeşitliliği bakımından Avrupa’nın en zengin ülkesi olmakla kalmayıp hemen hemen biyoçeşitlilik bakımından Avrupa kıtası kadardır. Zamanla ekonomik anlamda kültürü yapılan bitkilerin sayısının artması ve doğal olarak da bunlara yönelik EMTT’nin sayısının da artması muhtemel olacaktır. Burada esas olan IPM ürünlerinin tüketim aşamasında değer kazanmasını sağlayacak çalışmaların yapılması ve IPM araştırmacı ve uygulayıcılarının bu yönde çaba sarf etmesi önem arz etmektedir.

Bununla birlikte bazı çok önemli zararlı organizmalar için hali hazırda uygulanan mücadele programları spesifik IPM programları çatısı altında yürütülerek bu zararlı organizmalara karşı (tahıllarda süne zararlısı ve pas hastalığı, tahıllarda kök çürüklüğü, sert çekirdekli meyvelerde şarka hastalığı, patateste siğil

hastalığı, yumuşak çekirdekli meyvelerde ateş yanıklığı, örtü altında beyaz sinek zararlısı, domates benekli solgunluk vb.) bütüncül bir mücadele uygulanabilir.

Bütüncül IPM'in araştırma ve uygulama için olan tüm eylem programları muhtemelen erişilebilir değildir. Bununla birlikte, IPM araştırmalarında daha çok biyolojik ve biyoteknik mücadele elementlerine odaklanılmıştır. Bitki dayanıklılığına ve bağışıklığına dayanan çalışmalara da önem verilmesi IPM programlarının kullanılabilir elementlerinin sayısını arttıracaktır. Biyolojik/biyoteknik mücadele çok önemli olmasına rağmen, IPM interaksyonlarının çoğu bitki dayanıklılığına bağlıdır. Böylelikle, IPM'in geliştirilmesi için birçok keşfedilmemiş olasılık ve zorluk vardır. Yetiştiriciler de bu programlara hem bu yönü ile hem de zararlı yönetim stratejiler ile ürün yetiştirme stratejilerinin çakıştığı zamanlarda, doğru çözümler üretebilmek için dahil olmalıdırlar. Ürün ve zararlı yönetiminin birlikte ele alınması entegre mücadeleyi hem geliştirecek hem de güçlendirecektir.

Dünyada IPM araştırmacıları nispeten az da olsa bitki genetiğinin sahip olduğu role önem vermeye başlamışlardır. Ülkemizde de bitki yetiştiricileri IPM programlarına büyük ölçüde sokulmalıdır. Bu durum bütüncül bir IPM'i optimize edecektir. Bundan başka bitki yetiştirme programlarında, yetiştiriciler IPM programlarının sonucu için kaçınılmaz derecede büyük sorumluluk taşırlar. Yetiştiriciler bitki dayanıklılığının devamlılığına yardımcı olabilirler.

Yürütülen IPM programlarında bir başka sonuç da biyolojik mücadelenin diğer seviyelere etki eden en hassas element olduğudur. Diğer zararlılarla mücadele edilip edilmemesi biyolojik mücadele etmenlerini kesinlikle etkileyecektir. Bu durumun göz önünde bulundurulması gereklidir.

Son bilimsel yenilikler olan feromon sinyallerine dayanan bitki dayanıklılık ve bağışıklık uygulamalarına ve de biyolojik mücadele ajanlarına ilaveten, IPM'deki hızlı ilerlemeler için yeni bilimsel anlayışlar ortaya konması gerekir. IPM biliminin, etki yapabilmesi ve artan nüfusu besleyebilmesi için sürdürülebilir gıda üretimine etkileyecek gerçek kapasiteye sahip olmalı ve şu anda kullanılan zararlı pestisitlerin önemli sayılabilecek bir oranda yerini almalıdır. Amaçlanan vizyonunu gerçekleştirmek için harcanan çabalara da yardımcı olmalıdır. Araştırma topluluklarının kompleks hale gelen ve de çözülmesi gereken bilimsel problemlerin çözümünde daha etkin hale gelmesi gereklidir. Bu yöndeki bilimsel araştırmalar, sürdürülebilir tarımı artırma yönünde güçlü sinerjistik etkiler sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim 2014. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Verileri. GKGM 2014 Yılı Faaliyet Raporu. <http://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/Genel/2014 Faaliyet Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 15.11.2019)
- Anonim 2018. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Verileri. GKGM 2018 Yılı Faaliyet Raporu. <http://www.tarim.gov.tr/GKGM/Belgeler/Genel/2014 Faaliyet Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 15.11.2019)
- Akbaş, B., 2015. Current Situation and Future Plans for IPM in Turkey. The proceedings of IPM Innovation in Europe Congress, Poznan-Poland, January 14-16, 2015. Book of Abstract 104.
- Akbaş, B., 2018. Bağ alanlarında entegre mücadele prensipleri ve gelinen nokta. Bahçe, 47 (Özel Sayı 1): 111-116.
- Barzman, M., Bärberi, P., Birch, A. N. E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J. E., Kiss, J., Kudsk, P., Lamichhane, J.R., Messéan, A., Moonen, A.C., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.L. and Sattin, M., 2015. Eight principles of integrated pest management. Agron. Sustain. 35:1199–1215. 12.
- Bulut, H. ve A. Tamer, 1996. Pestisit kullanımının azaltılması ile ilgili politika ve stratejiler. II. Ulusal Zirai Mücadele İlaçları Sempozyumu. s.12-24, Ankara.
- Jensen, J. E., 2015. Perspectives on the Implementation of IPM in EU the Advisory Perspective. The proceedings of IPM Innovation in Europe Congress, January 14-16, 2015, PoznanPoland. Book of Abstract 9 s.
- Joas ve Cotillon, 2009. Development of guidance for establishing Integrated Pest Management (IPM) principles. Final Report for European Commission. BIPRO Beratungsgesellschaft für integrierte Problemlösungen. 111 p.

- Jay Ram Lamichhane, Akbaş B., Andreasen C.B., Arendse W., Bluemel S., Dachbrodt-Saaydeh S., Fuchs A., Jansen J.P., Kiss J., Kudsk P., Larena I., Malet J.C., Marzetti A., Zweife J. & Messéan A., 2016. Strategic Research Agenda for IPM in Europe.
- Jay Ram Lamichhane, Akbaş B., Andreasen C.B., Arendse W., Bluemel S., Dachbrodt-Saaydeh S., Fuchs A., Jansen J.P., Kiss J., Kudsk P., Malet J.C., Masci A., Peña A., Willener A.S.T. & Messéan A., 2018. A call for stakeholders to boost integrated pest management in Europe: a vision based on the three-year European research area network Project. *Journal International Journal of Pest Management* 64 (4): 1-7.
- Mc Dougall, P., 2013. R&D Trends for Chemical Crop Protection Products and the Position of the European Market. A Consultancy Study Undertaken for ECPA. www.ecpa.eu/information-page/regulatoryaffairs/publications-regulatory-affairs
- Stern V. M., R. F. Smith, R. van den Bosch and K.S. Hagen, 1959. The Integrated Control Concept. *Hilgardia* 29:81–101.



Yalvaç Akademi Dergisi

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/yalvac>

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI VE MİMARİ TASARIMDA BİÇİMLENİŞİ

Sevim ATEŞ CAN¹ Birkan ÖZİPEK²

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Mühendislik- Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü

E-posta: atessevim@gmail.com

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı

E-posta: birkanozipek@mehmetakif.edu.tr

ÖZET

Yenilenebilir bir gelecek için ekolojik sorunların bilinmesi yeni bir mimarlık tanımını da beraberinde getirmiştir. Öncelikli olarak, sürdürülebilir bir yaşam biçimi ile uyumlu bu tanım ile içinde yaşayanların da katılımının sağlandığı ve ekolojik ayak izinin büyük ölçüde azaltıldığı bir mimarlık hedeflenmektedir. Bu amaçla çevresel, ekonomik ve işlevsel kaygıları ortadan kaldıracak, iklimi ve yerel çevreyi dikkate alan tasarımlar izlerini oluşturmaya başlamıştır. Birkaç on yıl içinde tasarım yöntemlerini ve planlama süreçlerini değiştiren bu yeni nesil tasarımlar iklim ve araziye uyum, kütle organizasyonu, gün ışığı ve ısı tasarımı, enerji sistemleri, malzeme özellikleri gibi kendi temel ilkelerini belirlemiştir. Bu ilkeleri çok çeşitli yaratıcı biçimsel yorumlar ile birleştiren yeni nesil sürdürülebilir mimari tasarım deneyimleri, geleceğin mimarisine önderlik etmeye başlamıştır. Bu çalışmada, sürdürülebilir mimari tasarım deneyimlerinin günümüzde geldiği aşamalar ele alınmış ve pasif güneş enerjili ve iklimle uyumlu mimari tasarımlar ile ekolojik-teknolojik tasarım imajına katkıda bulunan son teknoloji yüksek performanslı bina kabuklarının mimari mekana biçimsel yansımaları irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Ekoloji, Yeni Nesil Mimari Tasarım, Tasarımın Biçimlenişi

SUSTAINABILITY CONCEPT AND FORMATION IN THE ARCHITECTURAL DESIGN

ABSTRACT

The recognition of ecological problems for a renewable future, brings with it a new definition of architecture. Primarily, this definition, which is compatible with a sustainable way of life, is aimed at an architecture in which the participation of the inhabitants is provided and the ecological footprint is greatly reduced. For this purpose, they started to create traces of designs that would eliminate environmental, economic and functional concerns and take into account the climate and local environment. These new generation designs, which changed design methods and planning processes in a few decades, set their own basic principles such as adaptation to climate and terrain, mass organization, daylight and heat design, energy systems, material properties. A new generation of sustainable architectural design experiences, which combine these principles with a variety of creative and formal interpretations, has begun to lead the architecture of the future. In this study, the current stages of sustainable architectural design experiences are discussed and the formal reflections of passive solar and climate compatible architectural designs and the latest technology high performance building shells contributing to the image of ecological-technological design are examined.

Keywords: Sustainability, Ecology, New Generation Architectural Design, Design Formation

1. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI ve MİMARİDE YANSIMASI

Günümüzde, sonlu bir gezegende yaşadığımızı bilerek daha mütevazı yaşamak ve tasarımlarımızda daha iddiasız olmak, enerji ve kaynaklarının elverdiği olanakları kavramak yaşamsal bir önem kazanmıştır (Guzowski, 2017). Bu bilinçle, sürdürülebilirlik kavramı, birçok yönden bireysel ve toplumsal hayatın merkezine oturmakta, mimarları sürdürülebilir mimari ilkelerini daha iyi öğrenmeye ve uygulamaya teşvik etmektedir. Bu kapsamda, mimarlar ve mimarlık öğrencileri, birincil parametre olarak bir projenin konum, iklimlendirme, enerji, form, malzeme, inşa biçimi, ekonomi ve sosyal yönlerini tasarıma entegre eden çözümler üretmeye başlamışlardır (Moe, 2008).

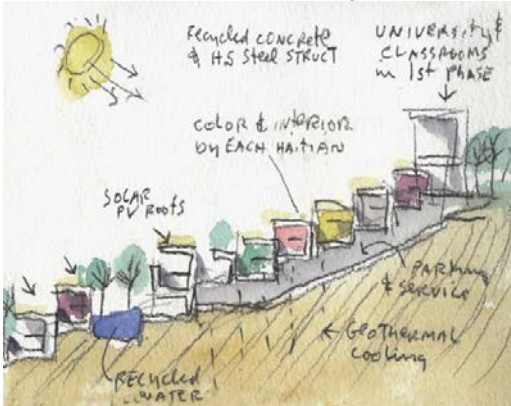
“Sürdürülebilirlik”, günlük hayatın bir parçası olarak algılanmalıdır. Mevcut iklimde, o yerin ekonomisi de dikkate alınarak, ihtiyaç programına en uygun tasarımı yapmak demektir (Coşkun, 2014). Geçen on yıllık dönemde ekolojik ilkeleri mimarlığın uygulama alanına aktarma konusunda önemli aşamalar kaydedilmiş ve sürdürülebilir tasarımla ilgili birçok standart ve yönetmelikler uygulamaya konmuştur (Guzowski, 2017). Orr’a göre, ekolojik tasarım, bizim köklerimiz bulmamıza yardımcı olacak bir tür navigasyon aracıdır (Orr, 2002).

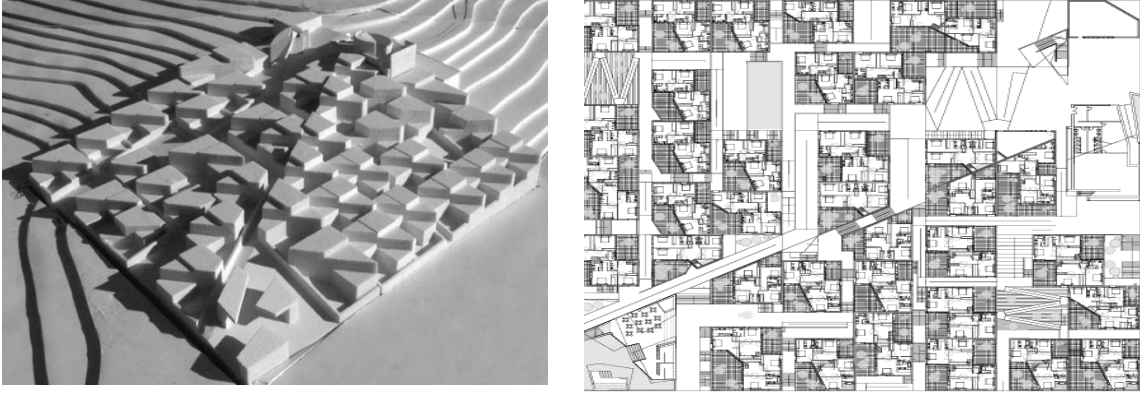
Mimarlar, sürdürülebilirliğin bu yeni aşamasında, “geçmişe ait iklimle uyumlu tasarım geleneklerinin öğretileri ile en son teknolojileri bir arada kullanarak hem pasif hem de aktif sistemleri tasarıma dahil etmenin yeni ve etkin yollarını geliştirmektedirler. Güneşin ve güneşle ilişkili rüzgâr, iklim, yeryüzü mevsim ve gece-gündüz döngülerinin etkilerine duyarlı olarak tasarlanmış bu projeler, hem ekoloji ile ilgili endişelerimizi yansıtmakta hem de tasarım ve estetik özlemimize derinden hitap etmektedir” (Guzowski, 2017).

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR MİMARİ SİSTEMLER ve TASARIMA ETKİLERİ

Yeni nesil mimarlık, çevre sorunlarına cevap verirken bir yandan da binaların oluşturacağı mimari imge üzerinde de önemle durmaktadır. Bu kaygıları da iklim ve çevre kontrolü ile ilgili konuların (arazi özellikleri, bina konumu, güneş kontrolü, malzeme seçimi...) ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin tasarımın biçimlenişinde önemli bir yönlendirici kriter olarak ele alınmasıyla dile getirmektedir.

Binalar, sürdürülebilir tasarım ilkeleri kapsamında, pasif ya da aktif sistemlerle planlanabilmektedir. Pasif sistemler, vaziyet planından (yönlenme) itibaren mekân çözümlerine kadar tamamen tasarım aşamalarında değerlendirilirken, aktif sistemler ise binaya entegre edilen ancak ilk aşamalarından itibaren tasarımı biçimlendiren PV paneller, rüzgâr türbinleri gibi düzeneklerden oluşmaktadır. Pasif sistemler yapının konumu, yönü, uygun formu, mekânların yönlerine uygun olarak yerleştirilmesi, pencere boyut ve düzeni, seralar, trombe duvarı, avlular, gölgeleme sistemleri, çift kabuk cephe sistemleri, rüzgâr kanalları gibi bina eleman ve sistemlerini içermektedir.





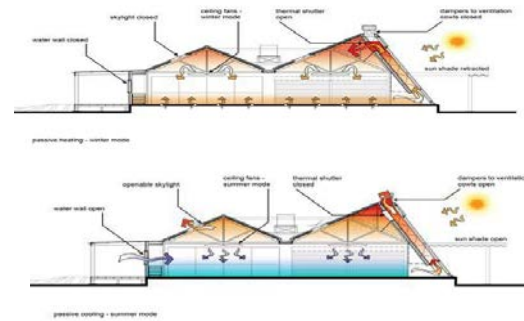
Şekil 1. Pasif ve aktif sistemleri barındıran bir yerleşme modeli çalışması, Haiti (Holl, 2010).

Türkiye'nin Ege kıyılarında bir site için daha büyük bir boyutta hazırlanmış ancak uygulanmamış bir proje, topografyanın benzerlikleri nedeniyle 2010 yılında geçirdiği yıkıcı bir deprem sonucunda tahrip olan Haiti'ye uyarlanmıştır (Şekil 1). Amaç, merkez dışında depreme dayanıklı ve enerji etkin yapılarla küçük kümelerden oluşan bir köy modeli oluşturmaktır. Yerel mimariye, topografya ve iklime uyum sağlayan, iki katlı ve avlulu evlerin çatılarında tüm aydınlatma ihtiyacını karşılayan fotovoltaik (PV) paneller yer almaktadır. Projede, solar pişirme (güneş ocakları) ve kompost tuvaletler gibi öneriler geliştirilmiştir. İçme suyu sıkıntısı yaşayan Haiti'de, deniz kenarında solar tuz arındıran içme suyu tesisleri kurulacak ve yukarıdaki yerleşmelere rüzgâr gücü ile taşınacaktır. Bölgede problem oluşturan su ihtiyacı için gri su ve yağmur suyu bahçe sulama için geri dönüştürülmektedir (Holl, 2010).

2.1. Pasif Sistemler

2.1.1. Sürdürülebilir bina kabuğu ve avlulu sistemle pasif iklimlendirme

70'lerde dünyada yaşanan enerji krizi özellikle inşaat sektöründe büyük bir sorun yaratmıştır. Özellikle bina içi ısıtma ve soğutma sistemlerinin enerji maliyeti bakımından kayda değer bir yeri vardır. Bu nedenle, enerji kaybını ve maliyeti düşürmek isteyen yatırımcılar enerji korunumunu gündeme getirmiştir. Bu durum mevcut enerji tüketimini azaltmayı amaçlayan yöntemlere ve yeni mimari tasarımlara yön vermiştir. Mimarlar bu yöntemlerle yapıda pasif havalandırma, ısıtma ve soğutma prensipleriyle farklı mimari öğeler ve kabuklar kullanmışlardır. Böylece hem binanın ısıtma ve soğutma yükünü azaltarak enerji tüketimini minimum seviyede tutmayı hem de oluşturdukları estetik ve konforlu tasarımlarla çevreye, yapıya ve kullanıcı kitlesine temiz, rahat ve az enerji tüketen bir yapı oluşturmayı mümkün kılmışlardır.



Şekil 2. St. Leonard's Sürdürülebilirlik Merkezi, Patterson River, Victoria Australia (Int-1)

Bir eğitim binası olan St. Leonard's Sürdürülebilirlik Merkezi, mevsimlere göre pasif soğutma ve ısıtma ilkelerine göre biçimlenen yapı kabuğu, üst örtü ve iç mekân ile yeni nesil sürdürülebilir mimari tasarımın güzel bir örneğidir (Şekil 2).

2.1.1.1. Akıllı kabuk cephe sistemleri

Akıllı sistemlerin kullanımıyla bina kabuğu, hareketsiz ve etkisiz bir kabuk olmaktan çıkarak esnek, kullanıcıların ihtiyaçlarına göre uyarlanabilen ve iklimi yönlendiren hareketli bir cidar olarak ele alınmaya başlanmıştır (Wigginton & Harris, 2002).

Bu duyarlı kabuk, düşük enerji tüketimi ve sürdürülebilir yaklaşımı hedefleyen katlanır ve kayar kepenkler ile hareketli panjurlarları içerir. Çok çeşitli malzemeler, yüzey sistemleri, renk ve biçimler oldukça yaratıcı çözümler sağlamaktadır (Şekil 3).

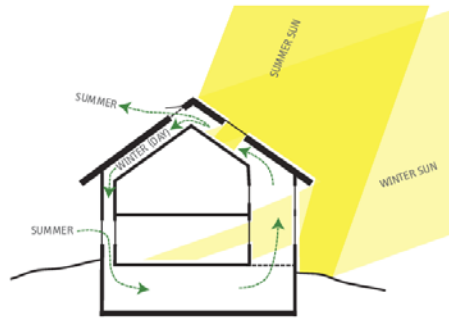


Şekil 3. Avustralya'da konumlanan Rozak Evi (Guzowski, 2017). (Plan: Int-2)

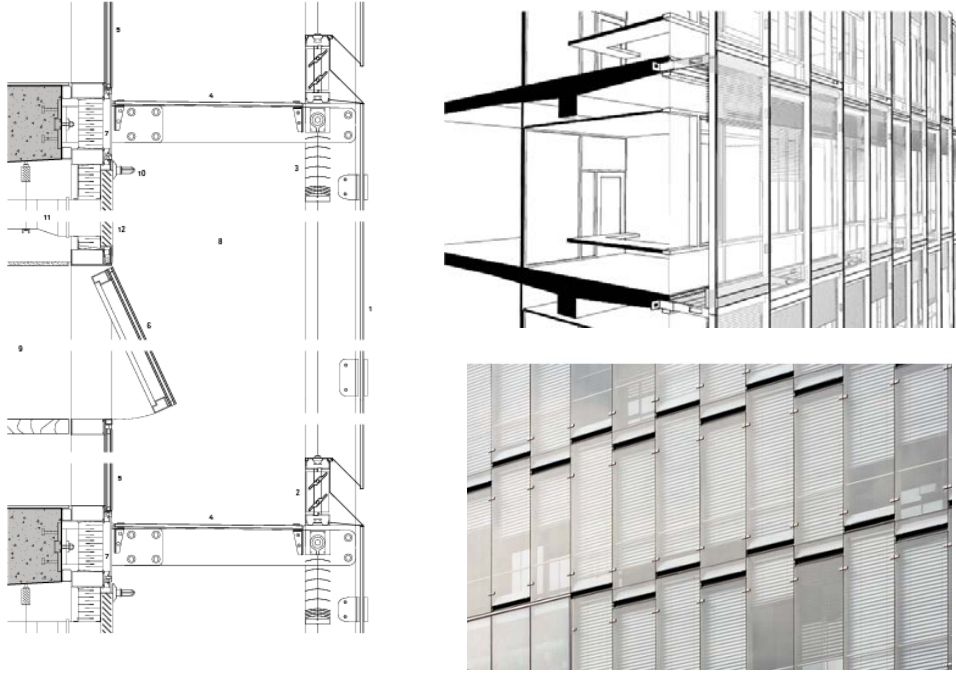
Yapının dış kabuğu, dışta perdelenmiş yaşam alanından arka tarafta daha korunaklı mutfak ve yemek mekânlarına kadar çeşitli düzeylerde ayarlanabilir dinamik kabuklardan oluşmaktadır. Konut, enerji kullanımını en aza indirgeyen ve yenilenebilir enerji sistemleri ile sıfır enerji hedefine ulaşabilmek amacıyla, geçirgen bir kabuk ve pasif tasarımdan yararlanmaktadır.

2.1.1.2. Çift Kabuk Cephe Sistemleri

Dış kabuk, bir ara boşluk (havalandırma koridoru) ve iç kabuktan oluşan bu cephe sistemi ile amaçlanan, kış aylarında ısınma, yaz aylarında ise soğutma sağlanarak ısı kazanımlarının ve kayıplarının önüne geçmektir (Şekil 4). Çift kabuk cephe sistemleri çok katlı, koridor tipi, kutu tipi ve şaft tipi olarak çözümlenebilmektedir.



Şekil 4. Yakıt kullanmayan çift kabuk sistemli bir enerji evinin yaz ve kış aylarında gündüz hava akış diyagramı (Bergman, 2012).

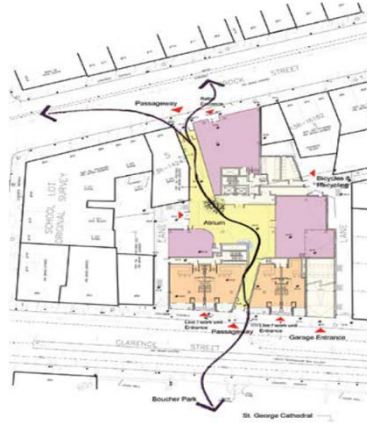


Şekil 5. Terrence Donnelly Center (Biyomoleküler ve Hücrel Araştırmalar Merkezi), Toronto, Ontario, Alliance / Behnisch Architekten Sistem kesiti, perspektif ve cephe (Moe, 2010).

Toronto Üniversitesi'nin kampüsünde yer alan laboratuvar binasının güney cephesi çift camlı termal bir sisteme sahiptir. Bu sayede termal hava tamponu oluşturur, solar kazanımı modüle eder ve akustiği düzenler (Şekil 5).

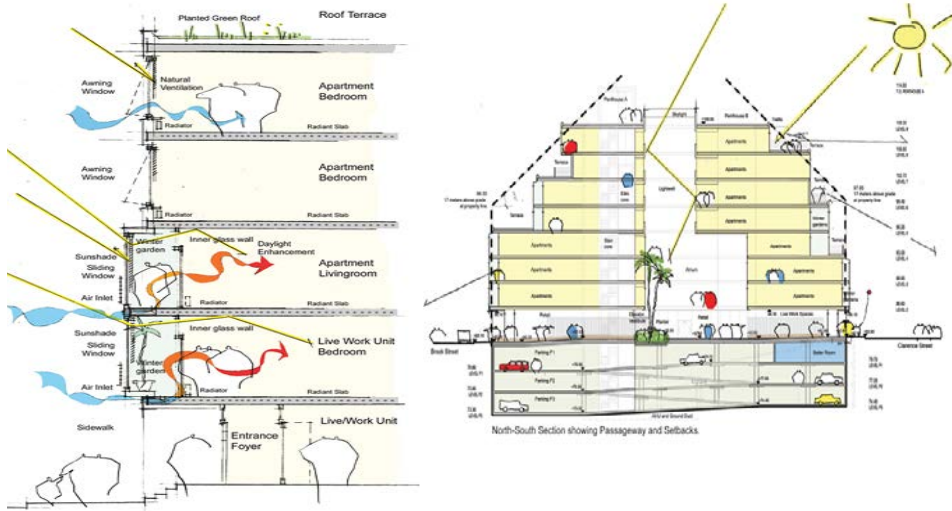
2.1.1.3. Avlulu sistem

Avlulu sistemle tasarlanan binalarda ise binanın iç mekânları avluya bakmakta ve güneş görmeyen avludaki ılık havayı iç mekânlarındaki ısınan havayla sirküle ederek mekanlardaki hava konforunu sağlamaktadır. Avluya verilen sıcak hava ise yükselerek çatıdan atılmaktadır.



Şekil 6. The Clarence, Kingston, Ontario, Canada, Behnisch Architects and Next Phase Studios. Vaziyet Planı (Moe, 2008).

Proje, 42 ünitelik konut bloğundan ve zemin katlardaki ticari mekanlardan oluşmaktadır. Mevcut kent dokusunu tamamlayan tasarım, konut birimlerinin ortasında yer alan ve ticari mekânlarla çevrili olan avlu ile binaların içine doğal ışık ve hava sağlarken, iki ana cadde arasındaki yaya bağlantısı ile insanları buraya çekmeyi de amaçlamaktadır (Şekil 6).



Şekil 7. Kesitler (Moe, 2008).

Arka cephelerdeki kademelenmeler, bitkilendirilmiş çatı alanları sağlar (Şekil 7).

Bina cepesinde enerji stratejileri şu şekilde planlanmıştır:

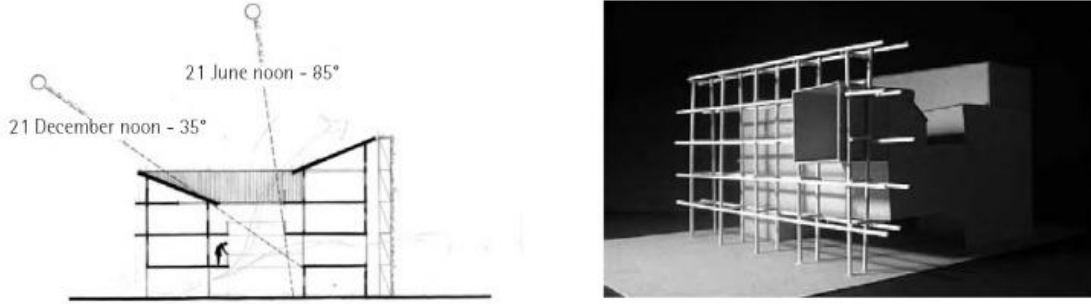
Alt katlarda solar çözümler: güneş kırıcılar, dışarı taşan kış bahçesi, döşemeden içeri alınan hava, sürme pencereler, iç cam duvar, döşeme plakalarından radyant ısıtma ve soğutma sistemleri

Üst katlarda enerji stratejileri: tenteli pencereler, doğal havalandırma,

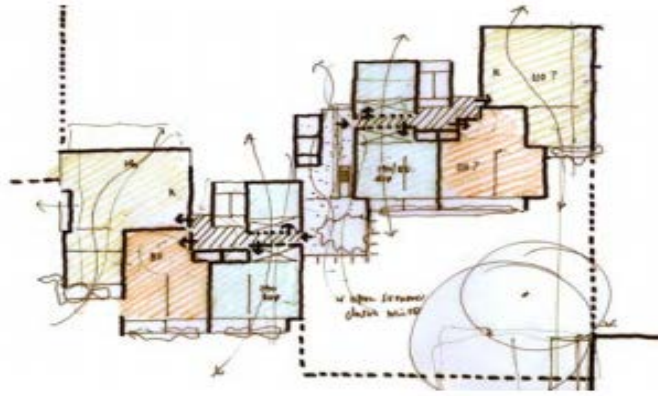
Çatıda: bitkilendirme

Avludan açılan ve bodrumdaki otopark katlarına, doğal havalandırma sağlayan bacalar mevsimlere göre temiz ve sıcak / soğuk havayı getirmekte, bina çatısına uzanan diğer kanallar ise hem bodrum hem de diğer katların doğal havalandırma sirkülasyonunu sağlamaktadır.

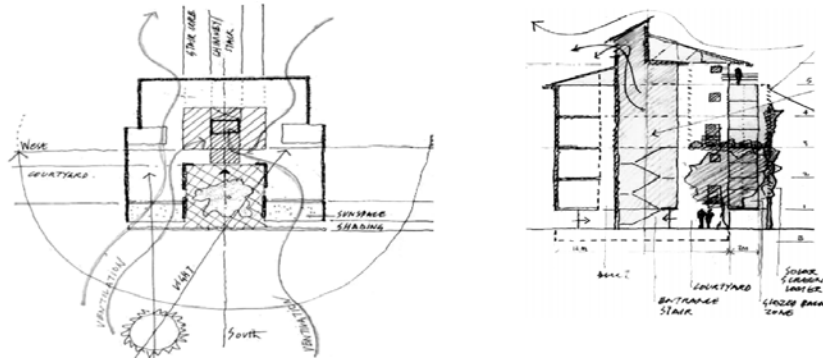
Pasif sistem ilkelerine göre tasarımın mekân biçimlenişlerini ne derecede etkilediğini ve yönlendirdiğini gösteren bazı atölye çalışmalarından örnekler Şekil 8-11’de yer almaktadır:



Şekil 8. MIT (Massachusetts) Mimarlık Bölümü’nde yapılan tasarım atölyesi çalışması. Shanghai’da, güneşin dik gelmediği aylarda gölge stratejileri üzerine oluşturulan bir prototip. Kesit ve cephe modeli, (Lin, 2006).



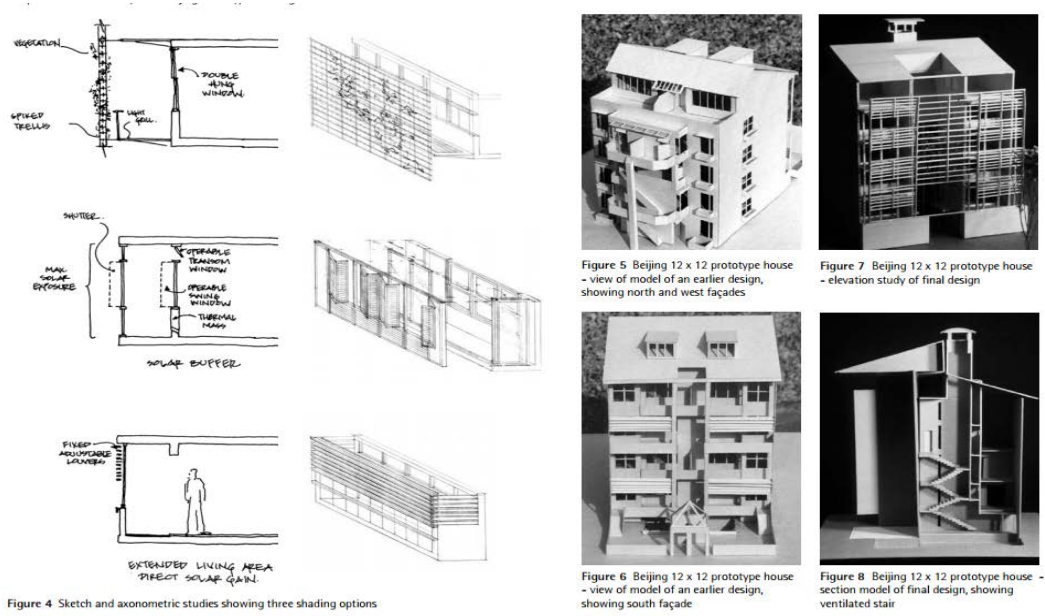
Şekil 9. Doğal havalandırmaya dayalı, “çapraz,” tek taraflı”, “baca” ve “mekanik destekli” havalandırma prensipleri üzerine tasarımın şekillenmesi. (Beijing Star Garden Residents Project, Çalışma eskizleri (Lin, 2006).



Şekil 10. Havalandırma ve ışık ilkelerine göre tasarlanan 12 X 12 ev planı ve kesiti, Beijing.

1998’de, Pekin Vanke Co. Ltd. Şirketi ile Tsinghua Üniversitesi’nin iş birliği içinde, orta yoğunluklu sitelere uygulanabilir ve sürdürülebilirlik ilkelerine uygun, 12x12 ve 12x24 prototip konut tipleri

geliştirildi. City Garden bunlardan biri. Kuzeyde uzun, az katlı doğu ve batıda ise altı katlı birçok bina yer alır. Planlamada, pasif sistemlerle biyoklimatik ev tasarlamak amaçlanmıştır.

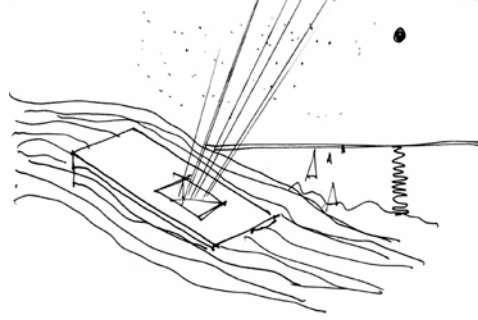


Şekil 11. Üç olasılık üzerine cephede gölge oluşturma araştırmaları (Lin, 2006).

2.1.2. Yeşil Çatı ve Bitkilendirilmiş Yapı Kabuğu Sistemleri

Hızla artan nüfus ve kentleşmenin yok edici gücüyle çarpık ve sağlıksız gelişen kent hayatı, burada yaşayan insanların doğadan ve yeşil alandan kopmasına, sağlıksız ve kirli bir atmosferde yaşamasına neden olmaktadır. Gerekli yaşam alanları ellerinden alınan insanoglu gelişen teknoloji ve ihtiyaçlar doğrultusunda yeni arayışlar içinde yeni sistemler bulmaktadır. Hem toplumun yeşile ve doğaya olan ihtiyacını karşılayacak hem de atmosferi temizleyerek sağlıklı bir yaşam alanı oluşturacak olan bu yeşil sistemlerin yapılara olan entegrasyonu da mimari bir estetikte ve yapısal bir bütünlükte tasarlanarak kendi biçimini oluşturuyor. Mimariye kattığı görsellik yanında hem atmosferi temizliyor hem de bina çatısında ya da cephesinde oluşturduğu doğal ısı yalıtımı sayesinde bina içindeki ısı konforunu koruyor.





Şekil 12. Moesgaard Museum, Danimarka (Int-3)

Danimarka’da inşa edilen Moesgard Müzesi çim, yosun ve parlak renkli kır çiçekleri ile kaplı eğimli çatısıyla çevresi ile uyum içinde ve doğaya en az zarar vermeyi amaçlamış bir yapı olarak dikkat çekmektedir (Şekil 12). Güney yönüne doğru eğimli olarak tasarlanan dikdörtgen biçimli çatı düzlemi, gün ışığını mekana dolaylı olarak almakta ve objeleri güneş ışığından korumaktadır. Yeşil çatı, binanın verimli enerji tüketimine katkıda bulunur ve artan ısı emilimi nedeniyle soğutma ihtiyacını azaltır (Uffelen, 2017).

2.1.3. Yağmur Suyu ve Atık Su Toplama Sistemi

Geri dönüşümlü bir döngüye sahip olmasına rağmen, dünya üzerindeki su miktarının ancak %2,5’i içilebilir durumdadır. Bununla birlikte hızlı nüfus artışı, sanayileşme, çevre kirliliği, bozulan doğal denge ve bilinçsiz tüketim gibi etkenlerle zaten sınırlı miktarda olan tatlı su kaynaklarımız hızlı bir şekilde tükenmeye başlamıştır. Bu tüketimin büyük bir miktarı da binalarda kullanım ve içme suyu olarak kullanılmaktadır. Canlı hayatı için önemli olan bu kaynağımızın tüketiminin azaltılması için son yıllarda kullanılan sürdürülebilir teknolojilerden birisi de yağmur suyu geri kazanımı ve gri su arıtma sistemleridir.



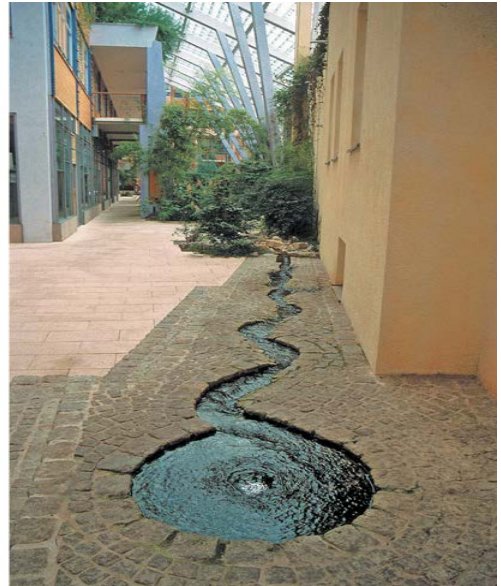
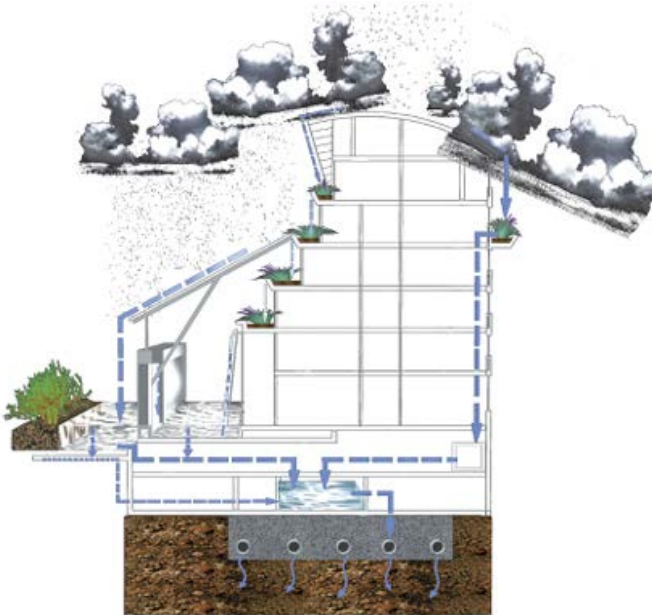
Şekil 13. Magney Evi, Avustralya, 1982–1984 (Int-4 ve 5)

Glenn Markut tarafından tasarlanan konut, asimetric V şeklinde biçimlendirilmiş çatısı sayesinde toplanan yağmur suyunu düşey bir kanal ile depoya aktarmakta ve içme ve ısıtma amacıyla biriktirmektedir. Yükselen çatı kanadı iç mekânda güneş ışınlarının kontrollü bir şekilde içeri alınmasını sağlayan şeffaf üst pencere bölümünü oluşturmaktadır (Şekil 13).



Şekil 14. Poquoson İlkokulu, Virginia (Int-6)

Kelebek çatı formu, estetik olarak güzel bir görünüm sunarken, yağmur suyu için de uygun bir toplama noktası oluşturur (Şekil 14). Poquoson İlkokulu'nda, yağmurlu havalarda yağmur suyu kullanarak güneş saatini yıkayan bir heykel öğrencileri çevre konusunda eğitmek amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 15. Prisma Gostenhof, Nuremberg – Germany, Rooftop water, atelier dreiseitl, prisma waterscape (Novak, vd. 2004)

Yağmur suyu toplama prensibine göre biçimlenen bu örnekte de çatıdan bodrum katına kadar bina ve iç mekânlarının biçimlenişi görülmektedir. Yağmur suyu cam bir çatı üzerinde toplanır ve sulama için kullanılır. Ayrıca, görsel olarak da avluda dere ve gölet/havuz manzarası oluşturmada yararlanır (Şekil 15).



Şekil 16. Yağmur Suyu Toplama Sistemi (Novak vd., 2014)

Gelişmiş yağmur suyu toplama sistemleri; toplama yüzeyi, yatay ve dikey oluklar, filtreler, pompa, yağmur suyu deposu ve dağıtıcı sistemlerden oluşmaktadır (Şekil 16). Yağmur suyu sistemleri binaların çatı formunu ve bu formun iç mekâna yansımalarıyla mekân tasarımını doğrudan etkiler.

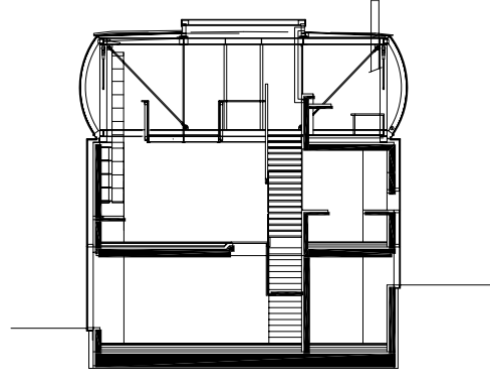
2.2. Aktif Sistemler

2.2.1. Güneş enerjisi sistemleri

Sürdürülebilir bir binada, enerji tasarrufu ve güneş ışınımının akıllıca kullanılması rol oynamalıdır (Schittich, C (Ed.), 2003). Bu sistem, daha temiz ve daha ekonomik bir enerji kaynağı olan güneşten sağladığımız pasif ve aktif enerji üreten güneş enerjisi sistemleridir. Güneş enerjisi sistemleri binalarda iki farklı şekilde kullanılmaktadır. Birincisi mekânın ve kullanım suyunun ısıtılmasını sağlayan “termal sistem”, ikincisi ise elektrik üretimini sağlayan “fotovoltaik sistem”lerdir. Bu bağlamda, genellikle binanın çatı ve cephesinde kullanılan PV paneller, gelişen teknolojik malzemeler olarak, bir yandan elektrik enerjisi üretirken ve fazlasını satarak sürdürülebilir bir sistem oluştururken, diğer yandan da farklı bir görsel estetikle entegre edilmeleri sonucunda, yapısal bir eleman görevi görerek binaya görsel bir zenginlik de kazandırmaktadır (Şekil 17).



Şekil 17. Cephe tasarımını etkileyen mavi renkli PV paneller (Colorado Court Apartment Complex, Angela Brooks, California, 2002) (Stang & Hawthorne, 2005)



Şekil 18. Solar Tube, George Driendl, Vienna, 2001 (Stang & Hawthorne, 2005)

Pasif solar ısıtma sistemi, tasarımın tamamen enerji tasarrufu teknolojisi üzerine biçimlenmesini sağlamıştır (Şekil 18).

2.2.2. Rüzgâr türbini sistemi

Alternatif enerji kaynaklarından biri olan rüzgâr enerjisi, ekosistem için de temiz ve yenilenebilir enerji olması niteliğiyle doğanın bize vermiş olduğu bir hediyedir. Günümüzde enerjiye olan ihtiyacın artmasıyla kaynaklarımız tükenmeye başladı. Artan enerji kaynakları tüketimiyle birlikte inşaat sektöründe alternatif bir enerji olarak rüzgâr enerjisi kullanılmaya başlandı. Bunun sonucunda, yapılarda hem form hem de mimari tasarım kriterlerini estetik ve görsel açıdan etkileyecek, enerji ihtiyaçlarını kendi yapısal formundan üreten mimari tasarım elemanları oluşmuştur (Şekil 19). Bu amaçla son yıllarda özel olarak inşa edilen küçük ölçekli rüzgâr türbinleri geliştirildi (Degrassi, vd. 2013).



Şekil 19. Oklahoma Tıbbi Araştırma Vakfı Binası (Degrassi, vd., 2013)

Sistem, karbon emisyonlarını azaltmak için tasarlanmıştır. Türbin, yılda yaklaşık 2 milyon lira kazanç sağlarken, yeni nesil mimaride cephe tasarımını biçimlendiren bir sürdürülebilirlik kriteri olarak karşımıza çıkmaktadır.

3. YENİ NESİL SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIMIN GELECEĞİ

Gelecekte binaların tasarım ve teknolojisi ile ilgili birçok varsayım mevcuttur. Ekoloji ile uyum içinde ya da son model teknolojilerle donatılmış tasarımlar oluşturulmaktadır. Ekolojik mimarlık, bilgisayar mimarlığı, yeni nesil malzeme ve teknolojiler günümüz mimarlığını etkilerken gelecek için de birtakım fütüristik ütopyalara yol açmaktadır. 1960'larda 2062'ye dair kent sorunları ve konut biçimleri ile ilgili imgelemelerde bulunan Jetgiller ya da bilim kurgu filmlerinde izlediğimiz binalar tekno-ütöpik hayallerdir.



Şekil 20. Geleceğin Ekolojik Evi (Fab Tree Hub) (Bergman, 2012)

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde İnsan Ekolojisi Tasarımı Ekibi tarafından ekolojik sisteme uyum sağlayan çözümler üretmek amacıyla "Fab Tree Hub -Ağaçlara Aşılana Avler" projesi ile (Şekil 20) yenilebilir bir prefabrik ev tasarlanmıştır (Bergman, 2012). Ağaç gövdelerine entegre edilen bu evler tamamen canlı besinlerden oluşmaktadır ve Sayısal Bilgisayar Kontrol (CNC) sistemi sayesinde kendisini

çevreleyen ekosisteme simbiyotik olarak uyacak biçimde düşünülmüştür. Ekoloji ile uyum içindeki bu yaşam evi yaşam döngüsü boyunca insan ve hayvanlar için besin üretecektir.

4. SONUÇ

1970'lerden bu yana, ekolojik konular hakkında oluşan bilinç, mimari kimliğin değişmesine neden olmuştur. Ancak, bu dönemlerde mimari tasarımlar teknolojik imkanların kısıtlılığı nedeniyle daha çok deneyseldi. 1980'lerden itibaren bilişim teknolojilerinin de mimarlık pratiğine girmesi sayesinde, analiz yapma imkanları oluştu. Bunun sonucunda daha analitik ve daha bilimsel tasarımlar oluşturulmaya başlandı. Günümüzde çeşitli bilgisayar programları aracılığı ile binanın konumlanacağı arazi için, güneş enerjisi erişiminin günlük ve mevsimlik değerlerini gösteren güneş enerjisi analizleri, rüzgar hızı ve hakim rüzgar yönü etüdüleri yapılabilmektedir. Yeni nesil sürdürülebilir mimari tasarımcıları, iklimle uyumlu ve geçmişten gelen tasarım geleneklerini, en son teknolojiler ile birlikte kullanarak hem pasif hem de aktif sistemleri içeren yeni planlama yöntemlerini keşfetmişlerdir.

Sonuçta, iklime ve çevreye duyarlı, kültürel ve toplumsal değerleri yorumlayan, enerjiye odaklı tasarım fikir ve yöntemlerinin sağladığı sonsuz olanaklardan yararlanan ve kullanıcı odaklı mekan kalitesine önem veren ve böylelikle en ideal işlevsel plana ulaşabilen planlama yöntemleri, tasarım süreçlerinin evrimleşmesine neden olmakta ve çok sayıda simge değeri taşıyan yapısı ile yeni nesil sürdürülebilir mimariyi şekillendirmektedir.

KAYNAKLAR

- Bergman, D. (2012) *Sustainable Design A Critical Guide*, Princeton Architectural Press, New York.
- Coşkun, B. S. (2014) "Afrika'da Sürdürülebilir Yaklaşımlar Arayışında Bir Mimar: Peter Rich", *Mimar-ist*, 50. Sayı, s.28-29.
- Degrassi, S., Castelli, R. M. and Benini, E. (2013) "A Retrospective of Wind Turbine Architectural Integration in the Built Environment", *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, Vol:7, No:6, p. 420.
- Guzowski, M. (2017) *Sıfır Enerji Mimarlığına Doğru – Yeni Güneş Enerjili Tasarım*, YEM Yayınları, İstanbul.
- Juintow, L. (2006) *Case Study Two -Beijing Star Garden*, "Sustainable Urban Housing in China, Principles and Case Studies for Low-Energy Design", Glicksman, L., Juintow L. (eds.), pp. 146-158, Springer.
- Moe, K. (2008) *Integrated Design in Contemporary Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
- Moe, K. (2010) *Thermally Active Surfaces in Architecture*, Princeton Architectural Press, New York.
- Nelson, L. & Packard, D. S. (eds.). (2010) *Thermally Active Surfaces In Architecture*, Princeton Architectural Press, New York, Editorial.
- Novak, A. C., Giesen, V. G. E., DeBusk M., K. (2014) *Designing Rainwater Harvesting Systems- Integrating Rainwater into Building Systems*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Orr, W.D. (2002). *The Nature of Design, Ecology, Culture, and Human Intention*, Oxford University Press.
- Scott, A., Lin, J. (2003) *Case Study One – Beijing Prototype Housing*, "Sustainable Urban Housing in China, Principles and Case Studies for Low-Energy Design", Glicksman, L., Juintow L. (eds.), pp. 138-145, Springer.
- Stang, A. & Hawthorne, C. (2005) *The Green House*, New Directions in Sustainable Architecture, Princeton Architectural Press, New York, s. 56.
- Steven, H. (2010) *Pamphlet Architecture 31: New Haiti Villages*, Princeton Architectural Press, New York.
- Uffelen, V. C. (2017) *Green, Greener, Greenest – Façades, Roofs, Indoors*, Braun Publishing.
- Wigginton, M. & Harris, J. (2002) *Intelligent Skins*, Architectural Press, – Roland Krippner, Solar Architecture.
- INT-1 (http://archive.abp.unimelb.edu.au/objects/pdfs/Design%20competition/Entries/Eligible/behmsch%20architekten+fmsa%20architecture_eoi.pdf)
- INT-2 <http://www.rozak.house/credits/>
- INT-3 <https://www.archdaily.com/590484/moesgaard-museum-henning-larsen-architects>
- INT-4 Johnson, N. "Magney House by Glen Murcutt an enduring testament to reverse brick veneer", [architecture&design](#).

<https://www.architectureanddesign.com.au/features/product-in-focus/magney-house-by-glen-murcutt-annduring-testament>

INT-5<https://bedroomfurniture.club/search/glenn-magney-house-bingie-australia-murcutt-point.html>

INT-6 Poquoson Elementary Scholl, VMDO Architects <https://www.vmdo.com/poquoson-elementary-school.html>