

# ALL IN ONE CONFERENCES



## Electronic Book of Proceedings

International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing  
International Conference on New Trends in Chemistry  
International Conference On New Advances in Civil Engineering  
International Conference on New Trends in Econometrics and Finance  
International Conference on Advances in Statistics

24-28 March 2015  
Grand Excelsior Hotel, Sharjah/Dubai  
<http://www.allinoneconferences.org/>

Edited by

Fatma NOYAN TEKELİ

AIOC'2015

AIOC 2015  
International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing  
International Conference on New Trends in Chemistry  
International Conference On New Advances in Civil Engineering  
International Conference on New Trends in Econometrics and Finance  
International Conference on Advances in Statistics  
Sharjah/Dubai

Published by the AIOC Secretariat

Editor:  
Fatma NOYAN TEKELİ

AIOC Secretariat  
Büyükdere Cad. Ecza sok. Pol Center  
4/1 Levent-İstanbul  
E-mail: [info@allinoneconferences.org](mailto:info@allinoneconferences.org)  
<http://www.allinoneconferences.com>

Conference organised in collaboration with MONRE TOURISM

Copyright © 2015 AIOC and Authors

All Rights Reserved

No part of the material protected by this copyright may be reproduced or utilized in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying , recording or by any storage or retrieval system, without written permission from the copyrights owners.

Dear Colleagues,

All In One Conferences (AIOC) is an international conference organization, aiming at the repositories of the academics, members, collaborators and all other interested participants in the fields of Interior Architecture, Civil Engineering, Chemistry, Econometrics and Statistics. We would like to make their collections, research and studies discoverable and accessible for discussions and sharing while enjoying the diversity.

The goal of the organization, as stated previously, is to join all in their specialized fields of expertise, in order to communicate and convey ideas, new tools, and experiences. Furthermore, to encourage available future researches and broaden our academic horizons and élite in a relevant conference of choice.

Registration, abstract submissions, and traveler informations are available here. We invite you to join us in this important mission.

Important Note: Article evaluation process will be according to reviewers ' (referees' ) comments. Papers will be selected on basis of blind peer review by members of the Scientific committee and other independent reviewers (if necessary).

We look forward to see you in our 2015 Dubai Conferences series For any further queries, please do not hesitate to contact us.

Best Regards,

The AIOC Organization Committee

Assoc. Prof. Dr. Fatma NOYAN TEKELI

Yıldız Technical University

Committee Chair

## **Acknowledgement and thanks are given to the Evaluation Committee**

### ***ARCHITECTURE***

**Assist Prof. Dr. Saadet AYTIS**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey (Disciplinary Chair)

**Prof. Dr. Ayla ANTEL**

Mimar Sinan Fine Arts University – TURKEY

**Prof. Dr. Burçin Cem ARABACIOĞLU**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Prof. Dr. Nuran YENER**

Gedik University – Turkey

**Prof. Dr. Özlem EREN**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Prof. Dr. Sema ERGÖNÜL**

Mimar Sinan Fine Arts University

**Assist. Prof. Dr. Özkal Barış ÖZTÜRK**

Architecture – Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Assist. Prof. Dr. Şenay BODUROĞLU**

Architecture – Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Dr. Esin SARIMAN ÖZEN**

Architecture – Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

### ***CHEMISTRY***

**Assoc. Prof. Dr. Dolunay SAKAR DAŞDAN**

Yıldız Technical University – Turkey (Disciplinary Chair )

**Prof.Dr.Ayfer SARAÇ**

Yıldız Technical University – Turkey

**Prof.Dr.Belkız Bilgin ERANn**

Yıldız Technical University, Chemistry Department

**Prof.Dr.Ferdane KARAMAN**

Yıldız Technical University – Turkey

**Prof. Dr Josef TRNA**

Masaryk Univerzoty – Czech Republic

**Prof.Dr.Nuket Ocal SUNGUROGLU**

Yıldız Technical University – Turkey

**Prof.Dr.Ozlem CANKURTARAN**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr. Husnu CANKURTARAN**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr. Gulnur Keser KARAOGLAN**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr.Gülşah Gümrükçü KÖSE**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr.Meryem ÇAMUR**

Kırklareli University – Turkey

**Assist.Prof.Dr.Mesut KARAHAN**

Uskudar University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr.Murat ATEŞ**

Namık Kemal University – Turkey

**Assoc.Prof.Dr.Tuba Erdogan BEDRİ**

TUBITAK Marmara Research Center

**Assist.Prof.Dr.Esra Tiftikci KASAPBAŞI**

Aydin University – Turkey

**Assist. Prof. Dr. Fatih ÇAKAR**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assit. Prof.Dr. Hacı BAYKARA**

Siirt University – Turkey

**Assist.Prof.Dr.Humeyra MERT BALABAN**

Hitit University, Faculty of Engineering, Chemical Engineering Department

**Assist.Prof.Dr. Gulderen KARAKUŞ**

Cumhuriyet University – Turkey

**Research Assistant Dr. Ozlem YAZICI**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assist. Prof. Dr. Yelda YALCIN GÜRKAN**

Namık Kemal University – Turkey

### ***CIVIL ENGINEERING***

**Assoc. Prof. Dr. Kubilay CIHAN**

Kırıkkale University, Turkey ( Disciplinary Co Chair )

**Assist. Prof. Dr. Ayse YUKSEL OZAN**

Adnan Menderes University, Turkey ( Disciplinary Co Chair )

**Prof. Dr. Huriye BİRSEL**

Eastern Mediterranean University, North Cyprus

**Prof. Dr. Ozgur EREN**

Eastern Mediterranean University, North Cyprus

**Assoc. Prof. Dr. Ali Haydar KAYHAN**

Pamukkale University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Hakan A. NEFESLIOGLU**

Hacettepe University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Huseyin CEYLAN**

Pamukkale University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Mustafa GURSOY**

Yıldız Technical University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Müberra ESER AYDEMİR**

Aydin University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Tamer AYVAZ**

Pamukkale University, Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Osman YILDIZ**

Kırıkkale University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Anil ARI GUNER**

Yıldız Technical University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Cem AYDEMİR**

Aydin University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Cenk OZAN**

Adnan Menderes University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Ebru ONLU DURAL**

Adnan Menderes University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Emre AKIN**

Adnan Menderes University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Gozde Basak OZTURK**

Adnan Menderes University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Guzin AKYILDIZ ALCURA**

Yıldız Technical University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Jelena MARKOVIC BRANKOVIC**

University of Nis, Serbia

**Assist. Prof. Dr. Nihan DOGRAMACI AKSOYLAR**

Fatih Sultan Mehmet University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Ozgur BASKAN**

Pamukkale University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Ozgur CAKIR**

Yıldız Technical University

**Assist. Prof. Dr. Selman SAGLAM**

Adnan Menderes University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. M. Sinan YARDIM**

Yıldız Technical University, Turkey

**Assist. Prof. Dr. Ulku BABUSCU YESIL**

Yıldız Technical University, Turkey

**Dr. Ayfer TEKIN ATACAN**

Yıldız Technical University, Turkey

**Dr. Hulya KARAKUS CIHAN**

Yuksel Proje International Co., Turkey

**Dr. Riza Secer Orkun KESKIN**

Yıldız Technical University, Turkey

**Dr. Tolga GORUM**

Yıldız Technical University, Turkey

## **STATISTICS**

**Assoc. Prof. Dr. Gulhayat GOLBASI SIMSEK**

Yıldız Technical University – Turkey (Disciplinary Co Chair)

**Assoc. Prof. Dr. Fatma NOYAN TEKELI**

Yıldız Technical University – Turkey (Committee Chair / Disciplinary Co Chair )

**Prof. Dr. Aydın ERAR**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Prof. Dr. Gülay BAŞARIR**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Prof. Dr. Hamparsum BOZDOGAN**

The University of Tennessee – USA

**Prof. Dr. İsmihan BAYRAMOGLU ( BAIRAMOV )**

Izmir University of Economics

**Prof. Dr. Narayanaswamy Balakrishnan**

Keynote Speaker / McMaster University

**Prof. Dr. Şahamet BULBUL**

Marmara University – Turkey

**Prof. Dr. Müjgan TEZ**

Marmara University

**Assoc. Dr. İ. Esen YILDIRIM**

Marmara University – Turkey

**Assoc. Prof. Dr. Baris ASIKGIL**

Mimar Sinan Fine Arts University – Turkey

**Assist. Prof. Dr. Gulder KEMALBAY**

Yıldız Technical University – Turkey

**Assist. Prof. Dr. Ibrahim GENC**

Istanbul Medeniyet University – Turkey

**Dr. Özlem BERRAK KORKMAZOGLU**

Yıldız Technical University – Turkey

### ***ECONOMETRICS***

**Prof. Dr. Mehmet BALCILAR**

Eastern Mediterranean University – North Cyprus ( Disciplinary Co Chair )

**Assoc. Prof. Dr. Sevin UGURAL**

Eastern Mediterranean University – North Cyprus ( Disciplinary Co Chair )

**Prof. Dr. Bülent GULOGLU**

Istanbul Technical University – Turkey

**Prof. Dr. Mehmet İVRENDİ**

Pamukkale University – Turkey

**Prof. Dr. Zeynel Abidin ÖZDEMİR**

Gazi University – Turkey

## Contents

The flexible Fourier form and panel stationary test with gradual shifts Saban Nazlioglu,Cagin Karul.....	11
PLASTİK LİF KATKISININ PONZA AGREGALI HAFİF HARÇLARA ETKİSİ İlhami Demir, Özer Sevim , Ahmet Filazi.....	24
Experimental and Analytical Investigation on Free Field Vibrations due to High Speed Trains Fatih Göktepe, H. Serdar Küyük, Erkan Çelebi, Muharrem Aktaş, Elif Ağcakoca.....	30
The Effect of Foundation Damping on Solution Process of Soil-Structure Coupled System Subjected to Seismic Loads Mustafa Yavuz ÇETİNKAYA, Erkan ÇELEBİ, Osman KIRTEL .....	38
Prediction of Compaction Behaviour of Soils at Different Energy Levels Yesim GURTUG , Asuri SRIDHARAN, .....	47
Efficiency of Use of a Carbon Geomembrane for the Construction of the Embankment in Poor Load-Bearing Foundation Soil with a Verification of the Impact of the Theory of Large Deformations in the Numerical Calculations Aleš ŽIBERT, Stanislav ŠKRABL .....	53
FARKLI SINIF ÇİMENTO HARCİ ÜRETİMİNDE METAKAOLİN KATKISI KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI Gökhan GÖRHAN, Gökhan KÜRKLÜ, .....	58
BEYAZ ÇİMENTO HARCİ ÖZELLİKLERİNE METAKAOLİN KATKISININ ETKİSİ Gökhan KÜRKLÜ, Gökhan GÖRHAN, .....	68
A Promising Approach in the World: Tensile Structures Roofing Talha EKMEKYAPAR, Alaa Tareq AL-SHAREEF, Derya BAKBAK .....	79
SEDIMENT VOLUME TEST FOR EXPANSIVE SOILS Yesim GURTUG, Esin BOZKURT, .....	88
Learning Bayesian Networks from Classification trees and Expert knowledge: a preliminary study Luisa Stracqualursi Patrizia Agati .....	92
Measuring social inequality: Comparison of Gini coefficient and Theil index Valentina Sokolovska, Žolt Lazar, Aleksandar Tomašević .....	96
EXPERIMENTAL OPTIMIZATION OF PROCESS PARAMETERS ON RESISTANCE SPOT WELDING SHEAR STRENGTH BASED ON TAGUCHI METHOD Ömer SAVAŞ, Faruk VAROL and Salim ASLANLAR.....	100
Bubble facades Antonio MACIA MATEU, Ana MORA VITORIA, Rebeca CEBRIAN ALBARRACIN, Verónica LEUZZI BETOSINI.....	107
YENİ EĞİTİM ÇEVRESİ TASARIMINDA PERFORMANS ODAKLI YAKLAŞIM Serefraz Akyaman.....	114
ALTERATION OF SPACE IN SİLLE TRADITIONAL RESIDENCES VIA TECHNOLOGICAL EQUIPMENT Arş. Gör. Fatmanur BARAN, Arş. Gör. Elif BÜLÜÇ, Arş. Gör. Havva Burcu YILDIRIM ,Doç. Dr. Dicle AYDIN.....	121
‘MATERIALS OF SPACES’ & ‘SPACES FOR MATERIALS’ Didem Bas Yanarates.....	126
Investigation of Refurbishment Made in Residences in Terms of Sustainability.....	132



Nilay COSGUN, Tülay ESIN TIKANSAK, Elif Özlem AYDIN.....	132
Contribution of Lighting Unit That is Preferred in Store Window Illumination to the Noticeability	
Necmi KAHRAMAN , Ş. Ebru OKUYUCU, Mehmet SARIKAHYA.....	137
Nature Inspired Architectural Designs: Using Biomimicry as a Design Strategy	
Aliye Rahşan Karabetça.....	143
Tangible Skin of Space: Nanomaterials	
Merih Kasap.....	152
Sustainable Educational Structures	
Assist.Prof. Bahar KAYA.....	158
THE INTERIORS OF TRADITIONAL AND MODERN TURKISH HOUSE, CLUES FOR ARCHITECTURAL EDUCATION	
İkbal Ece POSTALCI, Güldehan ATAY.....	163
GELENEKSEL TARAKLI EVLERİNDE ZAMAN MEKÂN İLİŞKİLERİ	
Hilal EREK.....	169
Furniture Design in Turkey after 1950 "Kare Metal"	
Şebnem ERTAŞ, Funda KURAK AÇICI, Firdevs KULAK, Aslı TAŞ.....	175
Geçmişten Günümüze Uzanan Geleneksel Ve Modern Camilerin Mekansal Kurgularinin, Tasarım Konseptlerinin Ve Estetik Arayışlarının Değerlendirilmesi Ve Cami Örneklerinin Analizi	
Ş.Ebru OKUYUCU' Mehmet SARIKAHYA, Necmi KAHRAMAN.....	180
THE WAY PEOPLE DETERMINE THE FUTURE OF THE CITIES: LOCAL ELECTIONS	
H.Burçin HENDEN ŞOLT.....	192
Towards Efficient Eco Designs	
Iman Abdel Shahid Ibrahim.....	196
The Impact of Passive Traditional Strategies on Saving Energy in Hot climate	
Nadia Al Badri.....	203
CREATING DIFFERENT DESIGN ALTERNATIVES BY USING 3D MODELLING IN INDOOR SPACES AND DESIGN MOTELS CREATED FOR THE ENTRANCE OF AFYON KOCATEPE UNIVERSITY RECTORATE BUILDING	
Mehmet Sarıkahya, Ş. Ebru Okuyucu,.....	210
Kültürün Mekansal Yansımaları ve Mimari	
Tuğba Tarım.....	223
Preservation and high-tech go hand in hand	
Gamze Kaymak Heinz.....	232
The use of experiential learning in museums	
Ayşegül Pekpostalcı.....	237



# Econometrics and Finance

International Conference on New Trends in Econometrics and Finance

## The flexible Fourier form and panel stationary test with gradual shifts

Saban Nazlioglu<sup>a</sup>, Cagin Karul<sup>b\*</sup>

<sup>a</sup>Saban Nazlioglu, Department of Econometrics, Pamukkale University, Denizli, Turkey

<sup>b</sup>Cagin Karul, Department of Econometrics, Pamukkale University, Denizli, Turkey

---

### Abstract

We propose a new panel stationary test with cross-section dependency and Fourier approximation that models structural shifts as gradual process. The Monte Carlo simulations show that the test has good small sample properties. We examine the nature of shocks to the international commodity prices and find out the international commodity prices have non-stationary dynamics.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Keywords: gradual breaks; Fourier approximation; stationary; panel data; commodity prices.

JEL Codes: C12, C23, E3.

---

### 1. Introduction

Given the importance of structural breaks in macroeconomic variables, the unit root tests with shifts have been proposed. The important question is how to account for breaks and the traditional approach in that respect is to use dummy variables in which breaks are assumed to be instantaneous (among others, [14]- [9]). The smooth transition approach is also followed since structural shifts are likely to be gradual (among others, [8]). These approaches require that dates, number, and functional form of breaks are need to be known. To deal with these problems, [1], [3]-[4] and [13] develop the unit root tests with a Fourier function based on variant of Flexible Fourier Form by [5]. The Fourier approximation captures the dynamics of series with shifts by a small number of low-frequency components. This approach also does not require to know a priori the number, dates, and/or form of breaks. The specification problem of determining dates, number and form of breaks is thus transformed into incorporating the appropriate Fourier term [4].

The panel unit root tests have triggered interest during last two decades because adding cross-section dimension to time dimension leads to increase in power and developments in time-series analysis can easily be extended to the panel framework. This paper proposes a new panel stationary test with Fourier approximation of gradual shifts. The testing procedure is also permits the cross-section dependence since individual series in a panel are likely to be correlated with each other. The new test augments the stationary test of [7] with gradual breaks and is the panel version of the KPSS test with Fourier series developed by [1].

### 2. Model and test statistic

We consider the following data generating process (DGP):

$$\begin{aligned} y_{it} &= \beta_i' X_t + \gamma_i' Z_t + r_{it} + \varepsilon_{it} \\ r_{it} &= r_{it-1} + u_{it} \end{aligned} \tag{1}$$

(2)

---

\* Corresponding author. Tel.: 02582962953; fax: 02582962626.

E-mail address: ckarul@pau.edu.tr

$$\varepsilon_{it} = \lambda_i F_t + e_{it} \quad (3)$$

where  $i=1, \dots, N$  cross-section dimension,  $t=1, \dots, T$  time dimension,  $\varepsilon_{it}$  is assumed to be stationary errors,  $u_{it}$  is iid  $(0, \sigma_u^2)$ ,  $F_t$  is one-dimensional unobserved common factor that is captured by the cross-section averages of  $y_{it}$  ( $\bar{y}_t = N^{-1} \sum_{j=1}^N y_{jt}$ ) proposed by [11],  $\lambda_i$  is loading weights that  $\bar{\lambda} \neq 0$  ( $\bar{\lambda} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \lambda_i$ ) as  $N \rightarrow \infty$  and  $e_{it}$  is the idiosyncratic error. Following [7] we assume that i)  $e_{it}$  are independently distributed across  $i$  and  $t$ , have zero mean, variance  $\sigma_i^2$ , and finite fourth-order moment, ii)  $F_t$  is serially uncorrelated with mean zero, variance  $\sigma_i^2$ , and finite fourth-order moment, and iii)  $e_{it}$ ,  $F_t$ ,  $\lambda_i$  and are independently distributed for all  $i$ .

We use  $X_t = [1]$  for the level and  $X_t = [1, t]'$  for the trend stationary process. We employ a Fourier function for  $Z_t$  to capture structural shifts as gradual process. A single Fourier frequency mimics a variety of breaks in deterministic components regardless of date, number, and form of breaks [1]. We hence use a single frequency and define

$$\gamma_i' Z_t = \gamma_{1i} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_{2i} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \quad (4)$$

where  $k$  is the frequency for the number of cycles which is assumed to be homogenous across individuals<sup>1</sup>;  $\gamma_{1i}$  and  $\gamma_{2i}$  measures the amplitude and displacement of the frequency.

We are interested in testing the null of stationary  $H_0 : \sigma_u^2 = 0$  for all  $i$  against the alternative of non-stationary  $H_1 : \sigma_u^2 > 0$  for some  $i$ . The individual statistic is based on the KPSS test allowing the Fourier frequency:

$$\eta_{s,i}(k) = \frac{1}{T^2} \frac{\sum_{t=1}^T \tilde{S}_{it}(k)^2}{\tilde{\sigma}_{ei}^2} \quad s = 1, 2 \quad (5)$$

where  $\tilde{S}_{it}(k) = \sum_{j=1}^t \tilde{e}_{ij}$  is the partial sum of the OLS residuals ( $s=1$  for level and  $s=2$  for trend stationary model),  $\tilde{\sigma}_{ei}^2$  is an estimator of the long-run variance of  $e_{it}$ .

Theorem 1: Under the assumptions i-iii and null hypothesis, the limiting distribution of  $\eta_{s,i}(k)$  as  $T \rightarrow \infty$  is

$$\eta_{s,i}(k) \rightarrow \sigma_i^2 \int_0^1 V_{s,i}(r)^2 dr \quad (6)$$

See appendix for proof.

where  $V_i(r)$  is the projection of the Wiener process  $W(r)$  on the orthogonal complement of the space spanned by the nonlinear function  $f_i(k, r)$  with  $f_i(k, r) = [1, \sin(2\pi kr), \cos(2\pi kr), Fr]'$  for the constant case and  $f_i(k, r) = [1, r, \sin(2\pi kr), \cos(2\pi kr), Fr]'$  for the constant and trend case. Over the interval  $r \in [0, 1]$   $V_i(r) = W(r) - f_i(k, r) \int_0^1 (W(r) - f_i(k, r))^2 dr$ . Hence, the distribution of the individual statistics hence only depends on  $k$ , but is invariant to other parameters in the DGP2.

<sup>1</sup> This assumption does not necessarily imply an identical number of breaks for each individual because the same frequency is able to capture different type and number of breaks (Enders and Lee, 2012a).

<sup>2</sup> The common factor would not permanently accumulate in  $yt$  because it is stationary under the null hypothesis. This feature in turn leads to

The Fourier panel (FP) statistic is constructed as the average of individual statistics:

$$FP_s(k) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \eta_{s,i}(k) \quad (7)$$

Then test statistic which has the standard normal distribution is obtained as:

$$Z_s(k) = \frac{\sqrt{N}[FP_s(k) - E(FP_s(k))]}{\sqrt{\text{var}(FP_s(k))}} \quad (8)$$

where  $E(FP_s(k))$  and  $\text{var}(FP_s(k))$  are the mean and variance of the limiting distribution in Theorem 1 that can be obtained with simulations. Table 1 reports the simulated asymptotic moments for T=1,000 with 100,000 Monte Carlo replications<sup>3</sup> for different values of k.

**Table 1: Moments**

k	Constant		Constant and trend	
	$E(FP(k))$	$\text{var}(FP(k))$	$E(FP(k))$	$\text{var}(FP(k))$
1	0.0658	0.0029	0.0295	0.00017
2	0.1410	0.0176	0.0523	0.00150
3	0.1550	0.0202	0.0601	0.00169
4	0.1600	0.0214	0.0633	0.00180
5	0.1630	0.0219	0.0642	0.00179

### 3. Small sample properties

The small sample properties is investigated by Monte Carlo simulation with 5,000 replications at the 5 percent level. As indicated in Theorem 1 the distribution is not depend on any parameters in the DGP, we generate  $y_{it}$  with  $F_t \square N(0,1)$  and  $e_{it} \square N(0,1)$ . We draw the parameters  $\beta_i, \gamma_i, \lambda_i \sim U[0,1]$  - U denotes the uniform distribution- and hold fixed in all replications to avoid unnecessary randomness.

The small sample analysis in Table 2 indicates that the empirical size is close to nominal size for different N and T irrespective of the number of frequency. The power of the test varies with different values of  $\sigma_u^2$  that  $\sigma_u^2 = 0$  means stationary while  $\sigma_u^2 = \infty$  implies a random walk process [1]. The empirical power for  $\sigma_u^2 = 1$ <sup>4</sup> is close to one even in small samples as well as in case with large N and fixed T. It is also clear that the test is very powerful with different values of k in both the level and trend stationary models.

the asymptotic independence of individual statistics to Ft (Hadri and Kurozumi, 2012).

<sup>3</sup> The simulations are conducted with GAUSS 15.

<sup>4</sup> The power analysis for different values of  $\sigma_u^2$  are reported in appendix.

**Table 2: Size and power**

k	N/T	Constant						Constant and trend					
		Size			Power			Size			Power		
		25	50	100	25	50	100	25	50	100	25	50	100
1	10	0.048	0.044	0.051	0.974	1.000	1.000	0.049	0.050	0.055	0.996	1.000	1.000
	25	0.049	0.050	0.050	0.704	1.000	1.000	0.048	0.057	0.053	0.943	1.000	1.000
	50	0.054	0.052	0.045	0.123	1.000	1.000	0.043	0.048	0.050	1.000	1.000	1.000
2	10	0.053	0.046	0.047	1.000	1.000	1.000	0.050	0.049	0.053	0.966	1.000	1.000
	25	0.049	0.051	0.049	1.000	1.000	1.000	0.053	0.051	0.052	1.000	1.000	1.000
	50	0.053	0.052	0.050	1.000	1.000	1.000	0.051	0.049	0.051	0.876	1.000	1.000
3	10	0.047	0.053	0.047	0.905	1.000	1.000	0.045	0.047	0.046	1.000	1.000	1.000
	25	0.049	0.053	0.050	1.000	1.000	1.000	0.047	0.051	0.051	1.000	1.000	1.000
	50	0.053	0.048	0.051	1.000	1.000	1.000	0.048	0.062	0.049	1.000	1.000	1.000
4	10	0.050	0.048	0.050	0.836	1.000	1.000	0.048	0.050	0.049	1.000	1.000	1.000
	25	0.050	0.046	0.051	1.000	1.000	1.000	0.046	0.052	0.054	1.000	1.000	1.000
	50	0.052	0.047	0.046	1.000	1.000	1.000	0.044	0.049	0.046	1.000	1.000	1.000
5	10	0.051	0.046	0.052	0.690	1.000	1.000	0.048	0.051	0.047	0.997	1.000	1.000
	25	0.050	0.051	0.045	1.000	1.000	1.000	0.050	0.054	0.048	1.000	1.000	1.000
	50	0.051	0.053	0.054	1.000	1.000	1.000	0.052	0.048	0.053	1.000	1.000	1.000

#### 4. Empirical application

Economists have a long history of interest in better understanding of the dynamics of commodity prices<sup>5</sup>. We re-investigate whether the international commodity prices are stationary by applying the new test. We employ the log of real price indexes for 24 commodity prices from 1900 to 2016. For the same data, [15] and [10] conduct the panel stationary test of [2] which captures structural shifts by dummy variables. Both the papers support evidence on that the commodity prices have stationary dynamics.

Before proceed with the inferences, it is required to calculate  $\eta_i(k)$  by a consistent long-run variance for non- i.i.d errors. As suggested in [1], the variance can be estimated by  $\tilde{\sigma}_i^2 = \tilde{\gamma}_{oi} + 2 \sum w_{ji} \tilde{\gamma}_{ji}$  where  $w_j$  ( $j = 1, \dots, l$ ) is a set of weights with a bandwidth  $l$  and  $\tilde{\gamma}_j$  is the  $j$ th sample auto-covariance of the residuals. The long-run variance is estimated with the Bartlett kernel by setting bandwidth to  $4(T/100)^{2/9}$ .

The results in table 3 clearly indicate that the null hypothesis of stationary is rejected for different values of Fourier frequency. This finding is contrast with the previous evidence in the literature and implies that the shocks to international commodity prices are permanent.

<sup>5</sup> See Nazlioglu (2014) for a detailed review.

<sup>6</sup> See Pfaffenzeller et al. (2007) for a detailed description of the data.

**Table 3: Empirical results**

	k	Z(k)
Constant	1	60.46***
	2	98.58***
	3	91.50***
Constant and trend	1	35.27***
	2	60.75***
	3	67.02***

\*\*\* indicates 1% level.

## 5. Conclusion

This paper develops the panel statistic for the null hypothesis of stationary. The testing procedure benefits from the flexible Fourier form in modelling structural shifts as smooth process and also account for cross-section dependency. The Monte Carlo simulations proves that the panel statistic has good the empirical size and power properties. We also illustrate the application of our test for the behavior of the real international commodity prices and support evidence on the non-stationary behavior.

## Acknowledgements

We would like to thank Joakim Westerlund and Eiji Kurozumi for the valuable comments on the initial draft which help us to improve the paper.

## References

- [1] Becker, R., Enders, W., Lee, J., 2006. A stationarity test in the presence of an unknown number of smooth breaks. *Journal of Time Series Analysis* 27, 381–409.
- [2] Carrion-i-Silvestre, J.L., Del Barrio-Castro, T., Lopez-Bazo, E., 2005. Breaking the panels: An application to GDP per capita, *Econometrics Journal*, 8, 159–175.
- [3] Enders, W., Lee, J., 2012a. A unit root test using a Fourier series to approximate smooth breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 74, 574-599.
- [4] Enders, W., Lee, J., 2012b. The flexible Fourier form and Dickey-Fuller type unit root tests. *Economics Letters* 117, 196-199.
- [5] Gallant, R., 1981. On the basis in flexible functional form and an essentially unbiased form: the flexible Fourier form. *Journal of Econometrics* 15, 211–353.
- [6] Grilli, R. E., Yang, M. C., 1988. Commodity prices, manufactured goods prices, and the terms of trade of developing countries. *World Bank Economic Review* 2, 1-48.
- [7] Hadri, K., Kurozumi, E., 2012. A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letters* 115, 31-34.
- [8] Kapetanios, G., Shin, Y., 2003. Testing for a unit root in nonlinear STAR framework. *Journal of Econometrics* 112, 359-279.
- [9] Lee, J., Strazicich, M., 2003. Minimum LM unit root tests with two structural breaks. *Review of Economics and Statistics* 85, 1082–1089.
- [10] Nazlioglu, S., 2014. Trends in international commodity prices: panel unit root analysis. *North American Journal of Economics and Finance* 49, 441-451.
- [11] Pesaran, M.H., 2007. A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics* 22, 265-312.
- [12] Pfaffenzeller, S., Newbold, P., Rayner, A., 2007. A short note on updating the Grilli and Yang commodity price index. *World Bank Economic Review* 21, 151-163.
- [13] Rodrigues, P., Taylor, A.M.R., 2012. The flexible Fourier form and local GLS de-trending unit root tests. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* 74, 736-759.
- [14] Zivot, E., Andrews, D. W. K., 1992. Further evidence on the great crash, the oil-price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics* 10, 251-270.
- [15] Yang, C., Lin, C., Kao, Y., 2012. Exploring stationarity and structural breaks in commodity prices by the panel data model, *Applied Economics Letters*, 19:4, 353-361.

## Appendix A.

### A.1. Propositions

$$(a) \quad \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{2\pi k} (1 - \cos(2\pi k)) \equiv s_0$$

$$(b) \quad \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{2\pi k} \sin(2\pi k) \equiv c_0$$

$$(c) \quad \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T F_i \rightarrow \int_0^1 W_F(r) dr \equiv f_0$$

$$(d) \quad \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lceil rT \rceil} \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{r}{2\pi k} (1 - \cos(2\pi kr)) \equiv s_r$$

$$(e) \quad \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lceil rT \rceil} \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{r}{2\pi k} \sin(2\pi kr) \equiv c_r$$

$$(f) \quad \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lceil rT \rceil} F_j \rightarrow r \int_0^1 W_F(a) da \equiv f_r$$

$$(g) \quad \frac{1}{T^2} \sum_{i=1}^T t \cdot \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{(2\pi k)^2} \sin(2\pi k) - \frac{1}{2\pi k} \cos(2\pi k) \equiv s_1$$

$$(h) \quad \frac{1}{T^2} \sum_{i=1}^T t \cdot \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{(2\pi k)^2} [\cos(2\pi k) + (2\pi k) \sin(2\pi k) - 1] \equiv c_1$$

$$(i) \quad \frac{1}{T^2} \sum_{i=1}^T t \cdot F_i \rightarrow \int_0^1 r W_F(r) dr \equiv f_1$$

$$(j) \quad \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \sin^2\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sin(4\pi k)}{4\pi k}\right) \equiv s_2$$

$$(k) \quad \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T \cos^2\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\sin(4\pi k)}{4\pi k}\right) \equiv c_2$$

$$(l) \quad \frac{1}{T^2} \sum_{i=1}^T F_i^2 \rightarrow \int_0^1 [W_F(r)]^2 dr \equiv f_2$$



$$\begin{aligned}
\text{(m)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \rightarrow \sigma W(1) \equiv \sigma g_1 \\
\text{(n)} \quad & \frac{1}{T^{1.5}} \sum_{t=1}^T t e_t \rightarrow \sigma \left[ W(1) - \int_0^1 W(r) dr \right] \equiv \sigma g_2 \\
\text{(o)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow -\sigma(2\pi k) \int_0^1 \cos(2\pi kr) W(r) dr \equiv \sigma g_3 \\
\text{(p)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow \sigma \left[ W(1) + (2\pi k) \int_0^1 \sin(2\pi kr) W(r) dr \right] \equiv \sigma g_4 \\
\text{(q)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t F_t \rightarrow \sigma \int_0^1 W_F(r) dW(r) \equiv \sigma g_5 \\
\text{(r)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T F_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow -\sigma(2\pi k) \int_0^1 \cos(2\pi kr) W_F(r) dr \equiv f_3 \\
\text{(s)} \quad & \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T F_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \rightarrow -\sigma \left[ W_F(1) + (2\pi k) \int_0^1 \sin(2\pi kr) W_F(r) dr \right] \equiv f_4
\end{aligned}$$

A.2. Proof of propositions

$$\begin{aligned}
\text{(a)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 \sin(2\pi ka) da = \frac{1}{2\pi k} (1 - \cos(2\pi k)) \\
\text{(b)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{j=1}^T \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 \cos(2\pi ka) da = \frac{1}{2\pi k} \sin(2\pi k) \\
\text{(c)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T F_t \rightarrow \int_0^1 W_F(r) dr \quad \text{Maddala and Kim (1998, Lemma 3.1(i))} \\
\text{(d)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) = \frac{r}{rT} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow r \int_0^r \sin(2\pi ka) da = \frac{r}{2\pi k} (1 - \cos(2\pi kr)) \\
\text{(e)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) = \frac{r}{rT} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right) \rightarrow r \int_0^r \cos(2\pi ka) da = \frac{r}{2\pi k} \sin(2\pi kr) \\
\text{(f)} \quad & \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} F_j = \frac{r}{rT} \sum_{j=1}^{\lfloor rT \rfloor} F_j \rightarrow r \int_0^1 W_F(a) da
\end{aligned}$$

- (g)  $\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T t \cdot \sin\left(\frac{2\pi k j}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 r \sin(2\pi k r) dr = \frac{1}{(2\pi k)^2} \sin(2\pi k) - \frac{1}{2\pi k} \cos(2\pi k)$
- (h)  $\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T t \cdot \cos\left(\frac{2\pi k j}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 r \cos(2\pi k r) dr = \frac{1}{(2\pi k)^2} [\cos(2\pi k) + (2\pi k) \sin(2\pi k) - 1]$
- (i)  $\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T t \cdot F_t \rightarrow \int_0^1 r W_F(r) dr$  Maddala and Kim (1998, Lemma 3.1(iii))<sup>7</sup>
- (j)  $\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sin^2\left(\frac{2\pi k t}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 \sin^2(2\pi k r) dr = \frac{1}{2} \int_0^1 (1 - \cos(4\pi k r)) dr = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sin(4\pi k)}{4\pi k}\right)$
- (k)  $\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \cos^2\left(\frac{2\pi k t}{T}\right) \rightarrow \int_0^1 \cos^2(2\pi k r) dr = \frac{1}{2} \int_0^1 (1 + \sin^2(2\pi k r)) dr = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{\sin(4\pi k)}{4\pi k}\right)$
- (l)  $\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T F_t^2 \rightarrow \int_0^1 [W_F(r)]^2 dr$  Maddala and Kim (1998, Lemma 3.1(ii))
- (m)  $\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \rightarrow \sigma W(1)$
- (n)  $\frac{1}{T^{1.5}} \sum_{t=1}^T t e_t \rightarrow \sigma \left[ W(1) - \int_0^1 W(r) dr \right]$
- (q)  $\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t F_t \rightarrow \sigma \int_0^1 W_F(r) dW(r)$  Maddala and Kim (1998, Lemma 3.1(v))

For the proofs for (o), (p), (r) and (s), we employ the result in Bierens (1994, Lemma 9.6.3)<sup>8</sup>:

$$\sum_{t=1}^T F\left(\frac{t}{T}\right) u_t = F(1) S_T(1) - \int_0^1 f(r) S_T(r) dr$$

where  $f(r)$  is  $F'(r)$ . To obtain the result for (p), we use  $F\left(\frac{t}{T}\right) = \cos\left(\frac{2\pi k t}{T}\right)$ .

$$F(1) S_T(1) - \int_0^1 f(r) S_T(r) dr = \sigma \left[ W(1) + (2\pi k) \int_0^1 \sin(2\pi k r) W(r) dr \right]$$

And similar way to proofs of (o), (r) and (s), we can utilize this lemma.

<sup>7</sup> Maddala, G. S., Kim I.M., 1998. Unit roots, cointegration, and structural change, first ed. Cambridge University Press, New York.

<sup>8</sup> Bierens, H., 1994. Topics in Advanced Econometrics: Estimation, Testing, and Specification of Crosssection and Time Series Models, first ed. Cambridge University Press, New York.

### A.3. Proof of Theorem 1

#### Level stationary (constant) model:

We first consider the individual statistic for constant case  $\eta_1(k)$ . Let  $\tilde{e}_t$  are the OLS residuals from the regression of  $y_t$  on  $X_t = [1, \sin(2\pi kt/T), \cos(2\pi kt/T), F_t]'$ .

$$\begin{aligned} \frac{1}{\sqrt{T}} \tilde{S}_{[rT]} &= \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} \tilde{e}_j = \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} [e_j - X_j' D_T [D_T X' X D_T]^{-1} D_T X' e] \\ &= \frac{1}{\sqrt{T}} S_{[rT]} - \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T [D_T X' X D_T]^{-1} D_T X' e \end{aligned} \quad (\text{A.1})$$

where  $X = (X_1, \dots, X_T)'$ ,  $e = (e_1, \dots, e_T)'$ ,  $D_T = \text{diag} \left[ \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{\sqrt{T}} \right]$ , and  $S_{[rT]} = \sum_{j=1}^{[rT]} e_j$

Now we can show that

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T = \left[ r, \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right), \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right), \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} F_j \right]' \rightarrow [r, s_r, c_r, f_r]'$$

$$\begin{aligned} [D_T X' X D_T]^{-1} &= \begin{bmatrix} T/T & T^{-1} \sum \sin(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum \cos(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum F_t \\ T^{-1} \sum \sin^2(2\pi kt/T) & 0 & T^{-1} \sum F_t \sin(2\pi kt/T) \\ T^{-1} \sum \cos^2(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum F_t \cos(2\pi kt/T) \\ T^{-1} \sum F_t^2 \end{bmatrix}^{-1} \\ &\rightarrow \begin{bmatrix} 1 & s_0 & c_0 & f_0 \\ & s_2 & 0 & f_3 \\ & & c_2 & f_4 \\ & & & f_2 \end{bmatrix}^{-1} \end{aligned}$$

$$D_T X' e = \left[ \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t, \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t F_t \right]' \rightarrow \sigma [g_1, g_3, g_4, g_5]'$$

Then it is easy to show that the second term in eq. (A.1) follows

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T [D_T X' X D_T]^{-1} D_T X' e \equiv \sigma E_1(k, r)$$

The expression in eq. (A.1) thereby follows

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \tilde{S}_{[rT]} \rightarrow \sigma [W(r) - E_1(k, r)] \equiv \underline{V}(r) \quad (\text{A.2})$$

Finally, the numerator of  $\eta_1(k)$  follows

$$\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T \tilde{S}_{[rT]}^2 \rightarrow \sigma^2 \int_0^1 \underline{V}_1(r) dr$$

This result holds as the denominator of  $\eta_1(k)$  is a consistent estimator of  $\sigma^2$ .

#### Trend stationary (constant and trend) model:

For the distribution of the individual statistic for constant and trend case  $\eta_2(k)$ , we consider  $X_t = [1, t, \sin(2\pi kt/T), \cos(2\pi kt/T), F_t]'$ . We follow the similar expression as in eq. (A.1) with  $D_T =$

$$\text{diag} \left[ \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{T^{1.5}}, \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{\sqrt{T}}, \frac{1}{\sqrt{T}} \right]$$

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \tilde{S}_{[rT]} = \frac{1}{\sqrt{T}} S_{[rT]} - \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T [D_T X' X D_T]^{-1} D_T X' e \quad (\text{A.3})$$

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T = \left[ r, \frac{1}{2T^2} (rT)(rT-1), \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} \sin\left(\frac{2\pi kj}{T}\right), \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} \cos\left(\frac{2\pi kj}{T}\right), \frac{1}{T} \sum_{j=1}^{[rT]} F_j \right]' \rightarrow \left[ r, \frac{1}{2} r^2 s_r, c_r, f_r \right]'$$

$$[D_T X' X D_T]^{-1} = \begin{bmatrix} T/T & T^{-1} \sum t & T^{-1} \sum \sin(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum \cos(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum F_t \\ & T^{-3} \sum t^2 & T^{-2} \sum t \sin(2\pi kt/T) & T^{-2} \sum t \cos(2\pi kt/T) & T^{-2} \sum t F_t \\ & & T^{-1} \sum \sin^2(2\pi kt/T) & 0 & T^{-1} \sum F_t \sin(2\pi kt/T) \\ & & & T^{-1} \sum \cos^2(2\pi kt/T) & T^{-1} \sum F_t \cos(2\pi kt/T) \\ & & & & T^{-1} \sum F_t^2 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} 1 & 1/2 & s_0 & c_0 & f_0 \\ & 1/3 & s_1 & c_1 & f_1 \\ & & s_2 & 0 & f_3 \\ & & & c_2 & f_4 \\ & & & & f_2 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$D_T X' e = \left[ \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t, \frac{1}{T^{1.5}} \sum_{t=1}^T t e_t, \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right), \frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{t=1}^T e_t F_t \right]'$$

$$\rightarrow \sigma [g_1, g_2, g_3, g_4, g_5]'$$

With a tedious algebra, the second term in eq. (A.3) follows

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \sum_{j=1}^{[rT]} X_j' D_T [D_T X' X D_T]^{-1} D_T X' e \equiv \sigma E_2(k, r)$$

Therefore, the expression in eq. (A.3) follows

$$\frac{1}{\sqrt{T}} \tilde{S}_{[rT]} \rightarrow \sigma [W(r) - E_2(k, r)] \equiv \underline{V}_2(r) \tag{A.4}$$

Then similarly,

$$\frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T \tilde{S}_{[rT]}^2 \rightarrow \sigma^2 \int_0^1 \underline{V}_2(r) dr$$

A.4. Power analysis for combinations of  $N$  and  $T$  ( $\sigma_u^2 = 0.0001$ )

k	N/T	Constant						Constant and trend					
		20	30	50	100	150	200	20	30	50	100	150	200
1	10	0.044	0.056	0.053	0.049	0.077	0.087	0.054	0.049	0.052	0.058	0.052	0.052
	15	0.050	0.051	0.053	0.069	0.066	0.079	0.048	0.043	0.048	0.057	0.051	0.054
	20	0.053	0.053	0.059	0.068	0.115	0.114	0.057	0.054	0.047	0.053	0.052	0.056
	25	0.053	0.060	0.051	0.056	0.088	0.104	0.040	0.051	0.057	0.052	0.047	0.062
	30	0.046	0.048	0.056	0.058	0.079	0.132	0.043	0.052	0.043	0.053	0.057	0.056
	50	0.054	0.053	0.056	0.061	0.111	0.117	0.051	0.046	0.050	0.054	0.054	0.067
	100	0.047	0.047	0.053	0.083	0.117	0.201	0.053	0.048	0.054	0.058	0.065	0.078
2	10	0.049	0.058	0.051	0.091	0.131	0.191	0.057	0.043	0.050	0.049	0.074	0.064
	15	0.051	0.052	0.044	0.065	0.111	0.105	0.056	0.051	0.048	0.050	0.066	0.082
	20	0.048	0.051	0.054	0.059	0.160	0.205	0.047	0.052	0.055	0.061	0.063	0.086
	25	0.054	0.055	0.060	0.086	0.127	0.210	0.054	0.053	0.048	0.056	0.071	0.078
	30	0.055	0.049	0.062	0.098	0.290	0.287	0.048	0.040	0.055	0.054	0.090	0.084
	50	0.052	0.054	0.058	0.098	0.175	0.320	0.037	0.054	0.053	0.064	0.083	0.083
	100	0.055	0.058	0.060	0.139	0.279	0.697	0.047	0.047	0.053	0.067	0.090	0.124
3	10	0.047	0.054	0.058	0.077	0.101	0.120	0.050	0.057	0.049	0.049	0.061	0.066
	15	0.052	0.053	0.052	0.087	0.095	0.115	0.044	0.051	0.049	0.054	0.084	0.091
	20	0.062	0.048	0.051	0.079	0.152	0.186	0.045	0.051	0.054	0.060	0.057	0.077
	25	0.053	0.062	0.059	0.086	0.199	0.268	0.047	0.053	0.055	0.059	0.079	0.087
	30	0.048	0.054	0.078	0.071	0.193	0.233	0.050	0.053	0.057	0.058	0.076	0.102
	50	0.047	0.059	0.059	0.082	0.174	0.286	0.052	0.052	0.055	0.062	0.096	0.125
	100	0.051	0.064	0.062	0.154	0.312	0.559	0.056	0.054	0.048	0.067	0.095	0.139
4	10	0.060	0.056	0.052	0.068	0.108	0.201	0.045	0.045	0.057	0.060	0.073	0.062
	15	0.050	0.053	0.054	0.078	0.098	0.476	0.052	0.049	0.047	0.058	0.062	0.084
	20	0.058	0.055	0.051	0.087	0.190	0.130	0.055	0.044	0.057	0.066	0.071	0.081
	25	0.054	0.046	0.061	0.076	0.115	0.287	0.056	0.041	0.058	0.065	0.075	0.094
	30	0.047	0.055	0.068	0.109	0.144	0.342	0.050	0.057	0.063	0.050	0.076	0.123
	50	0.054	0.050	0.054	0.096	0.222	0.466	0.054	0.057	0.055	0.060	0.082	0.121
	100	0.047	0.066	0.062	0.140	0.297	0.679	0.050	0.046	0.047	0.071	0.109	0.153
5	10	0.053	0.050	0.058	0.067	0.136	0.160	0.044	0.054	0.055	0.051	0.068	0.075
	15	0.051	0.048	0.062	0.060	0.097	0.184	0.047	0.051	0.049	0.056	0.070	0.067
	20	0.052	0.059	0.065	0.076	0.156	0.224	0.054	0.055	0.050	0.049	0.072	0.094
	25	0.053	0.054	0.062	0.098	0.115	0.215	0.044	0.050	0.048	0.074	0.077	0.092
	30	0.049	0.046	0.064	0.077	0.261	0.459	0.060	0.050	0.051	0.061	0.078	0.080
	50	0.045	0.054	0.064	0.111	0.196	0.260	0.060	0.052	0.055	0.067	0.078	0.100
	100	0.050	0.049	0.059	0.105	0.333	0.736	0.057	0.052	0.048	0.063	0.099	0.125

A.5. Power analysis for combinations of  $N$  and  $T$  ( $\sigma_u^2 = 0.01$ )

k	N/T	Constant						Constant and trend					
		20	30	50	100	150	200	20	30	50	100	150	200
1	10	0.078	0.173	0.432	0.791	1.000	1.000	0.059	0.058	0.089	0.228	0.898	0.981
	15	0.106	0.075	0.323	1.000	1.000	1.000	0.056	0.072	0.152	0.549	0.847	1.000
	20	0.093	0.130	0.814	0.940	1.000	1.000	0.050	0.060	0.133	0.662	0.771	1.000
	25	0.122	0.230	0.637	0.998	1.000	1.000	0.059	0.067	0.139	0.606	0.971	1.000
	30	0.116	0.137	0.787	1.000	1.000	1.000	0.049	0.078	0.096	0.561	0.990	1.000
	50	0.107	0.225	0.691	1.000	1.000	1.000	0.053	0.083	0.175	0.945	1.000	1.000
	100	0.173	0.386	0.908	1.000	1.000	1.000	0.057	0.084	0.244	0.988	1.000	1.000
2	10	0.104	0.147	0.827	1.000	1.000	1.000	0.060	0.101	0.235	0.796	1.000	1.000
	15	0.125	0.408	0.833	1.000	1.000	1.000	0.078	0.097	0.271	0.896	1.000	1.000
	20	0.151	0.348	0.882	1.000	1.000	1.000	0.062	0.109	0.280	0.963	1.000	1.000
	25	0.145	0.608	0.953	1.000	1.000	1.000	0.091	0.085	0.287	0.993	1.000	1.000
	30	0.195	0.670	0.998	1.000	1.000	1.000	0.099	0.151	0.625	0.989	1.000	1.000
	50	0.258	0.661	1.000	1.000	1.000	1.000	0.095	0.205	0.538	1.000	1.000	1.000
	100	0.435	0.813	1.000	1.000	1.000	1.000	0.109	0.268	0.765	1.000	1.000	1.000
3	10	0.146	0.260	0.396	1.000	1.000	1.000	0.056	0.135	0.110	0.995	0.989	1.000
	15	0.122	0.388	0.719	0.994	1.000	1.000	0.069	0.142	0.248	0.983	1.000	1.000
	20	0.162	0.504	0.798	1.000	1.000	1.000	0.098	0.216	0.345	0.887	1.000	1.000
	25	0.238	0.234	0.969	1.000	1.000	1.000	0.084	0.152	0.276	1.000	1.000	1.000
	30	0.217	0.519	0.982	1.000	1.000	1.000	0.094	0.139	0.486	0.999	1.000	1.000
	50	0.422	0.870	0.991	1.000	1.000	1.000	0.088	0.180	0.688	1.000	1.000	1.000
	100	0.619	0.907	0.956	1.000	1.000	1.000	0.132	0.188	0.896	1.000	1.000	1.000
4	10	0.079	0.262	0.646	0.999	1.000	1.000	0.103	0.196	0.166	0.797	1.000	1.000
	15	0.190	0.411	0.998	1.000	1.000	1.000	0.064	0.102	0.298	0.985	1.000	1.000
	20	0.235	0.664	0.997	1.000	1.000	1.000	0.086	0.153	0.288	0.973	1.000	1.000
	25	0.191	0.568	1.000	1.000	1.000	1.000	0.084	0.136	0.486	0.995	1.000	1.000
	30	0.200	0.566	0.999	1.000	1.000	1.000	0.095	0.148	0.504	1.000	1.000	1.000
	50	0.190	0.656	0.990	1.000	1.000	1.000	0.094	0.150	0.479	1.000	1.000	1.000
	100	0.400	0.781	1.000	1.000	1.000	1.000	0.107	0.307	0.939	1.000	1.000	1.000
5	10	0.099	0.224	0.754	1.000	1.000	1.000	0.078	0.075	0.179	0.995	1.000	1.000
	15	0.194	0.716	0.944	1.000	1.000	1.000	0.073	0.133	0.273	0.893	1.000	1.000
	20	0.224	0.595	0.969	1.000	1.000	1.000	0.082	0.169	0.284	0.999	1.000	1.000
	25	0.135	0.378	0.912	1.000	1.000	1.000	0.078	0.098	0.515	0.995	1.000	1.000
	30	0.116	0.595	0.993	1.000	1.000	1.000	0.107	0.104	0.471	1.000	1.000	1.000
	50	0.346	0.672	0.971	1.000	1.000	1.000	0.068	0.253	0.778	1.000	1.000	1.000
	100	0.480	0.923	1.000	1.000	1.000	1.000	0.097	0.323	0.880	1.000	1.000	1.000

k	N/T	Constant						Constant and trend						
		20	30	50	100	150	200	20	30	50	100	150	200	
1	10	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.453	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	15	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	0.702	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	20	0.982	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	0.953	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	25	0.323	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.952	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	50	0.959	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.988	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	0.977	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
2	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.872	0.992	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.321	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	20	0.993	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	25	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.947	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	30	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.994	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.862	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
3	10	0.998	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.970	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.735	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	25	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	30	0.944	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	50	0.513	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.924	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
4	10	0.876	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.836	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	15	0.988	0.944	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	25	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.915	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	50	0.637	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
5	10	0.968	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	15	0.083	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	20	0.990	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	25	0.335	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	30	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	50	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.885	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	100	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

A.6. Power analysis for combinations of  $N$  and  $T$  ( $\sigma_u^2 = 1$ )

#### Özet

Son yıllarda hafif betonun uygulama alanları hızla artmaktadır. Büyük açıklıklı çatı örtüleri ve yüzey dalgakıran bu uygulamalardan bazılarıdır. Ancak normal betona göre oldukça zayıf olan hafif betonun, uygulama alanlarında ki ihtiyaca karşılık verebilmesi için mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi gereği ortaya çıkmıştır. Böylece lifli hafif beton konusunda çalışmalar hızlanmıştır. Normal beton çekme dayanımı düşük olmasının yanı sıra oldukça da kırılğan bir elemandır. Buna karşılık lifli beton (iyileştirilmiş beton) içinde kullanılan liflerin sayesinde, beton çekme dayanımı artmakta dolayısı ile daha sünek bir malzeme haline gelmektedir. Gerek hafifliği gerekse yalıtım özelliği dolayısı ile hafif betonlar yapı dış cephe ve iç duvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Hafif betonun taşıyıcı eleman olmasını da hedefleyen tasarımlar oluşmuştur. Bu çalışmada; 0-4 mm aralığında pomza agregalı hafif harçlara plastik lifin etkisi TS EN 196-1'e uygun olarak eğilme ve basınç dayanım deneyleri ile incelenmiştir. Yapılan çalışma sonucu uygun plastik lif oranı belirlenerek eğilme dayanımında artış sağlanmıştır.

*Anahtar Kelimeler:* Ponza agregası, hafif beton, plastik lif, çelik lif

#### 1.Giriş

Yapı sektörü ve yapı teknolojileri arasında taşıyıcı eleman olarak en çok kullanılan malzeme betondur. Beton; bileşenleri olan çimento, agregası, su ve gerektiğinde katkı maddelerinin belirli oranlarda karışımlarından meydana gelmektedir. Kullanış amacına göre çok çeşitli tiplerde beton elde etmek mümkündür. Betonu oluşturan ham maddeler doğada bol miktarda bulunmaktadır. Ucuz sağlanması ve kolay şekil verilmesinin yanı sıra dış etkenlere karşı dayanıklı olması bakımından beton yaygın kullanılan yapı malzemesi olmuştur[1].

Teknolojinin ilerlemesiyle birlikte beton endüstrisinde de ilerlemeler olmuş ve beton üretimindeki bu yenilikler beton teknolojisine özel betonlar adı ile girmiştir. Özel beton çeşitlerinden bir tanesi de hafif betonlardır. Ağırlığı az, yalıtımı yüksek, dayanımı yeterli ve yanmaz bir madde olan hafif beton geleceğin mimarlığı açısından büyük önem taşıyan bir malzemedir.

\* Corresponding author. Tel.: +90553 397 10 38  
E-mail address: ozersevim@kku.edu.tr

Hafif betonların normal betondan ayrıcalığı, hafifliği ve ısı yalıtımı sağlayan boşlukları bulunmasıdır. Boşluklar, boşluklu agregası kullanılarak (zeolit, bims veya pomza taşı, cüruf, perlit v.b) veya boşluklu içyapı oluşturarak ya da ince harç içinde gaz kabarcıkları oluşturmak yolu ile sağlanmaktadır[2].

Taşıyıcı hafif agregalı betonlar dünyada çok sayıda mühendislik uygulamasında rol almaktadır. Bunun en önemli nedeni yapı ölü yükünün azaltılmasının sismik etkileri karşılması kadar yapı zati ağırlığındaki bu azalış yapı elemanlarının kesitlerinin de azalmasına ve gerek ekonomik gerekse zaman ve enerji tasarrufu sağlamasıdır. Bunun yanında hafifliği sağlayan agregası içerisindeki boşluk oranının var olması normal betona kıyasla daha iyi ısı, ses yalıtımları aynı zamanda yangın dayanımı sağlamaktadır.

Birim ağırlıkları normal betonlardan belirgin şekilde düşük olan betonlara hafif beton denilmektedir. Genel olarak birim ağırlığı 1800 kg/m<sup>3</sup>'ten küçük olan betonlar hafif beton sınıfına girerler. Hafif betonlar birim ağırlıklarına, mukavemetlerine ve kullanım amacına göre gruplandırılabilirler [3]

Hafif beton teknik, ekonomik ve çevresel avantajları sayesinde yapılar için çok yönlü kullanılan bir materyal olmuş ve son zamanlarda yapılar da daha fazla kullanılmaya başlamıştır[4]. Hafif betonun yapı malzemesi olarak kullanımı ile yapı yükünün azaltılması dolayısıyla malzeme yönünden ekonomi ve düşük birim ağırlığı sayesinde de yüksek ısı ve ses yalıtımı gibi yararlar sağlanmıştır[5].



Yüksek yalıtım kapasitesi ve düşük birim hacim ağırlık hafif agregalı betonların en belirgin özellikleridir. Bu özelliği ile normal betonlardan fark edilir şekilde ayrılır. Ancak bu iki üstün özelliğin yanında üretim, uygulama şekli, tasarım gibi pek çok özelliği normal betonla aynıdır[6].

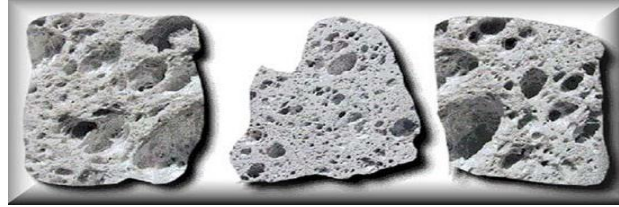
Bu çalışmanın amacı; plastik lif katkılı pomza agregalı taşıyıcı çimento harcı üreterek mekanik özelliklerinin incelenmesidir.

## 2.Pomza agregası

Pomza, birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görümlü silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genellikle 1 gr/cm<sup>3</sup>'den küçük, sertliği mohs sertlik skalasına göre yaklaşık 6 olan ve camsı doku gösteren volkanik bir maddedir. Pomzanın doğal olarak kullanılması yanında kırma ve eleme suretiyle beton yapımına elverişli hale getirilmiş şekline de, pomza agregası adı verilmektedir.

Pomzada gözenekler, çoğunlukla birbiriyle bağlantılı değildir. içerdiği gözenekler gözle görülebilecek boyutlardan, mikroskobik boyutlara kadar sayısız miktarda olup, her biri diğerinden camsı bir zarla yalıtılmıştır. Bu yüzden hafif, suda uzun süre yüzebilen, izolasyonu yüksek bir kayadır [7].

İnşaat sektöründe, yapılarda hafif beton karışımlarının kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Pomza ve skoria gibi hafif agregalar, M.Ö özellikle Yunan ve Roma mimarisinden günümüze değin kullanılmış, doğal yapı malzemeleridir. Bazı Roma marina yapılarında (örneğin İtalya'nın batısında olan ve hala hizmet veren "Port of Cosa" gibi); pomza ve skoria kullanılarak üretilen yapılar aracılığıyla tarih; bize doğal hafif agregalar kullanarak nasıl dayanıklı yapı üretileceğini göstermiştir. Ayrıca bu malzemelerin, dayanımı düşük malzemeler olduğu tezini de çürütmektedir [8]



Şekil 1. Pomza agregası

## 3.Materyal ve yöntem

Bu çalışmada, hafif agregalar olarak pomza agregası ve plastik lif kullanılarak üretilen hafif çimento harcının mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, hafif çimento harcı üretiminde pomza agregası ile birlikte çeşitli oranlarda katı plastik lif kullanılmış ve elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

Çalışmada kullanılan pomza agregası, CEM I 42,5 normal portland çimentosu ve katı plastik liflerin özellikleri Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılacak malzeme yoğunlukları

Kullanılacak Malzeme	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
Pomza agregası	0,67
CEM I 42,5 normal portland çimentosu	3,15
Katı plastik lif	0,90

Yapılacak hafif harç için karışım oranları aşağıda verilmiştir.

Tablo 2. Kullanılacak malzeme özellikleri

Mazleme Cinsi	Su/Çimento Oranı	Ağırlık (kg)
Çimento		350,00
Su	0,65	227,50
Pomza Agregası		423,03
Hava		0,05

#### 4.Araştırma bulguları

Çalışmada; 0-4 mm aralığında pomza agregalı hafif harçlara plastik lifin etkisi TS EN 196-1'e uygun olarak eğilme ve basınç dayanım deneyleri ile incelenmiştir. Katı plastik lifler sırasıyla 1000 dm<sup>3</sup> toplam hacme % 0, % 0.25, % 0.50, % 0.75 ve % 1 ilave olarak eklenmiştir.

Tablo 3. Lif yüzdeleri ve karşılık gelen ağırlıkları

Lif Oranı	Ağırlık (kg)
% 0.25	2,25
% 0.50	4,5
% 0.75	6,75
% 1	10

#### *Deney numunelerinin hazırlanması ve kalıba doldurulması*

Deney numuneleri şekil 2'de gösterilen 40 mm × 40 mm × 160 mm' lik prizma şeklinde hazırlanır. Harcın hazırlanmasını müteakip kalıplar hemen doldurulur. Kalıp ve kalıp başlığı sarsma tablasına sıkıca tutturulur. Uygun bir kaşıkla karıştırma kabından doğrudan bir veya bir kaç defada, iki harç tabakasından ilki (her biri 300 gram olmak üzere) her kalıp bölümüne doldurulur. Harç tabakası, büyük yayıcı ile, kenarlarından dik pozisyonda tutularak ve kalıp başlığıyla temas halinde olmak üzere, kalıbın her bölümünde bir kez olmak üzere ileri geri hareket ettirilerek düzgün şekilde yayılır. Sonra bu birinci tabaka 60 sarsma ile sıkıştırılır. İkinci tabaka harç kalıba doldurulur ve küçük yayıcı ile bu tabaka da düzeltilir ve ikinci 60 sarsma ile sıkıştırılır. Kalıp itina ile sarsma tablasından kaldırılır ve kalıp başlığı çıkarılır. Harcın fazlası derhal hemen hemen dik tutulan bir metal masterla sıyırılır ve her yöne doğru bir kere enine testere hareketi ile çekmek suretiyle yavaş yavaş hareket ettirilir. Prizmaların yüzeyi, aynı master hemen hemen düz tutularak düzleştirilir. Prizmaları ve sarsma tablasına göre konumlarını tanımlamak amacıyla kalıplar etiketlenir.



Şekil 2. 40 x 40 x 160 mm kalıp

#### *Deney numunelerinin deneye hazırlanması*

Üzeri plâka ile kapatılmış, uygun şekilde işaretlenmiş kalıplar geciktirilmeden yatay olarak rutubet kabine konulur. Her kalıp muhafaza edildiği yerden sökülme üzere 24 saat sonra rutubet kabinden alınır ve kalıplar dikkatlice sökülür. Suda kür uygulanacak numuneler daha sonra tanımlanabilmeleri için, suya dayanıklı kalemle uygun şekilde işaretlemeler yapılır. İşaretlenmiş prizmalar geciktirilmeden (20 ± 1) C° 'da su bulunan kaba uygun şekilde yatay olarak daldırılır. Numuneler, paslanmaz ızgaraların üzerine, su prizmanın bütün yüzeyleri ile temas edebilecek şekilde ayrı ayrı yerleştirilir.

#### *Eğilme dayanımı*

Eğilme dayanımı için numuneler 2, 7, 28 gün normal su ve % 10 sodyum sülfat çözeltisinde bekletilen numuneler kür havuzundan çıkarılarak şekil 3'de gösterilen çimento presi ile eğilme dayanımına tabi tutulmuştur. 40 x 40 x 160 mm boyutunda prizmatik çubuklar, her bir değer için üç adet kırılmış ve bu sonuçların aritmetik ortalaması alınarak değerlendirme yapılmıştır.

#### *Basınç dayanımı*

Eğilme dayanımı sonucu 6 adet 40 x 40 x 40 mm boyutundaki numuneler ile şekil 3'de gösterilen çimento presi ile basınç dayanım deneyleri yapılmıştır. Basınç dayanımı cihazı deney için uygun kapasitede ve (2400±200) N/s yükleme hızında

ayarlanmıştır. Cihazda yükleme hızını ayarlayabilen ve sonuçları kaydedebilen sistemler kullanılmıştır. Eğilme deneyinden sonra elde edilen yarım prizmalar cihazın plakaları arasına  $\pm 5$  mm'den fazla taşmayacak şekilde merkezlenerek yerleştirilmiştir. Cihaz (2400 $\pm$ 200) N/s hızda prizma kırılana kadar yükleme yapılmıştır. Basınç dayanımı deneyinin sonucu, 3 prizmalık takımdan tayin edilen 6 adet sonucun aritmetik ortalaması olarak ifade edilmiştir. 6 adet sonuç içerisinde biri ortalamadan  $\pm \%10$ ' dan fazla farklılık gösterdiği durumda bu sonuç atılmış ve geri kalan 5 sonucun ortalaması alınmıştır.

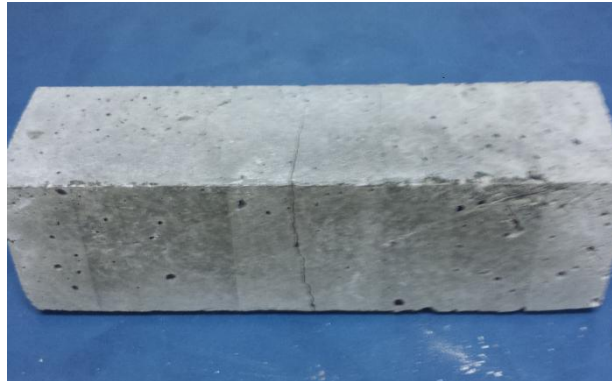


Şekil 3. Çimento presi

Sırasıyla şekil 4 'de katkısız, şekil 5'de % 0.25 plastik lif katkı, Şekil 6'da % 0.50 plastik lif katkı, Şekil 7'de % 0.75 plastik lif katkı ve Şekil 8'de ise % 1 plastik lif katkı kırımların görüntüleri sunulmuştur.



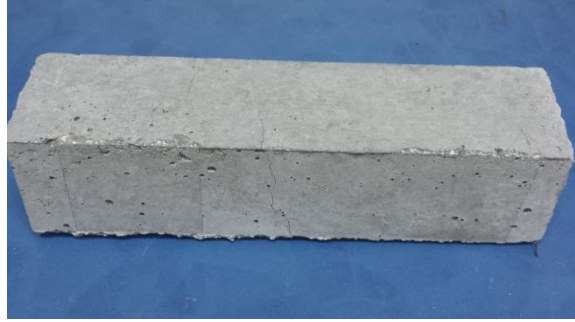
Şekil 4. plastik lif katkısız harç



Şekil 5. % 0.25 plastik lif katkı



Şekil 6. % 0.50 plastik lif katkılı harç



Şekil 7. % 0.75 plastik lif katkılı harç



Şekil 8. % 1 plastik lif katkılı harç

Lif katkısı arttıkça kırılmanın azaldığı yani eğilme dayanımının arttığı görülmüştür. Tablo 4’de de görüldüğü gibi 28 günlük sonuçlara göre plastik lif katkısının eğilme dayanımlarını artırdığı ve basınç dayanımlarını ise bir miktar azalttığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 4. Lif yüzdelerine göre basınç ve eğilme dayanımları

Lif Oranı	Eğilme Dayanımı (Mpa)	Basınç Dayanımı (Mpa)
Katkısız	4.593	26.868
% 0.25	4.823	26.131
% 0.50	5.002	25.813
% 0.75	5.344	25.470
% 1	5.618	25.253

## 5.Sonuç ve öneriler

Pomza agregaları ve plastik lif kullanılarak üretilen hafif çimento harcının değerlendirilmesi, hafif harcın basınç dayanımının ve eğilme dayanımının araştırıldığı bu çalışmada, plastik lif yüzdelerinin hafif çimento harcına mekanik etkilerini görmek için deneyler yapılmış, çalışmadan elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda özetlenmiştir.

- Katı plastik lif oranları arttıkça beton basınç dayanımı düşmüştür.
- Katı plastik lif oranlarının artmasıyla hafif çimento harcı eğilme dayanımları da artmıştır.
- Elde edilen lif katkısız pomza agregalı çimento harçlarına bakacak olursak bulunan basınç ve eğilme dayanımlarına göre ses ve ısı yalıtımında, zemin yalıtımında, yapının zati ağırlığını azalttığından ve taşıyıcı sistemin düğüm noktalarında oluşan kuvvetleri (moment, eksenel kuvvet, kesme kuvveti) azaltıp taşıyıcı sistem kesit boyutlarını küçülttüğü için inşaatlarda tercih edilebilir.
- Yapılan çalışmalar neticesinde çeşitli bulgular elde edilmiş, mekanik ve fiziksel değerlendirmeler yapılmış ancak teknik yetersizlikler nedeniyle üretilen numunelerin kalıcılık özellikleri incelenememiştir. İleriki çalışmalarda pomza agregalı plastik lif katkılı hafif çimento harçlarının durabilite açısından değerlendirmeleri yapılabilir.

## Kaynaklar

- [1] Baradan B 1997. Yapı Malzemesi-II. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, s.174–176, İzmir.
- [2] Öztürk M.2012 Pomza ve Perlit içerikli Hafif Betonun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- [3] Sancak, E., 2005. Silis Dumanı Katkılı Bims Betonların Özellikleri. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
- [4] Haque, M.N., Al-Khaiat, H., Kayalı, O., Strength and Durability of Lightweight Concrete. Cement and Concrete Composites, No. 26, 307-314, 2004.
- [5] Bomhard H 1980. Lightweight Concrete Structure, Potentialities, Limitsand Realities. The International Journal of Lightweight Concrete, 2 (4): 193-195.
- [6] Akkaş A. 2012. Pomza Agregalı Hafif Betonların Taşıyıcılık Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- [7]Gündüz, L., 1998. Pomza Teknolojisi (Pomza Karakterizasyonu), Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Isparta, (Cilt-I), 288s.
- [8] Binici, H., Görür, E. B., Durgun, M. Y., 2010. Yüksek Fırın Cürufu ve Bazaltik Pomza Katkılı Betonların Mekanik Açınması ve Su Geçirirliği. Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi, Cilt: 6, No: 1, 1-10.

## Experimental and Analytical Investigation on Free Field Vibrations due to High Speed Trains

*Fatih Göktepe<sup>a</sup>, H. Serdar Küyük<sup>a,b</sup>, Erkan Çelebi<sup>a</sup>, Muharrem Aktaş<sup>a</sup>, Elif Ağcakoca<sup>a</sup>*

<sup>a</sup>Department of Civil Engineering, Engineering Faculty, Sakarya University, 54187 Sakarya, Turkey

<sup>b</sup>Kandilli Observatory and Earthquake Engineering Institute, Bogazici University, 81220 Istanbul, Turkey

### Abstract

Railway platform which is vibrated with higher frequency dynamic loads induced by high speed train cars transfer these vibrations energies to surrounding ground and close by structures are effected by them. Strong ground motion not only can give damage to the nearby buildings and their footings but also effect the human comfort by undesired vibrations. Extensive in-situ research are still required for both recent ongoing construction projects in soft soil deposits (Eskişehir-Adapazarı-Izmit) and for planned construction projects on highly populated areas (Edirne-Istanbul-Ankara-Kars) in Turkey. The aim of the study can be summarized as to determine comfort disturbance and devastating environmental vibration created by high speed trains on free field. Strong ground motions induced by high speed train measured and recorded at the inspection points selected at the site close to high speed train line passing through highly populated regions. Environmental effects of these vibration data compared and evaluated. However, the applicability of a well know half space solutions based on Bornitz's analytical approach which takes account the loss of the amplitude of waves due to geometrical damping and material damping of Rayleigh waves are investigated. Bornitz's solution tends to overlap vertical free field vibration with in-situ measured records.

*Keywords:* High speed train, free field vibrations, in situ measurement

## Yüksek Hızlı Trenlerin Serbest Zemin Yüzeyinde Oluşturduğu Titreşimlerin Deneysel ve Analitik Olarak İncelenmesi

### Özet

Trenlerin seyahat hızlarının artması ve tekrarlı geçişleri, yüksek frekanslı dinamik yükleri meydana getirir. Titreşen demiryolu üstyapısı, titreşim enerjisini çevresindeki zeminlere iletir. Demiryolu ağına yakın bölgelerdeki yapılar zemin ortamının karakterine göre biçimlenen titreşimlerden etkilenir. Kuvvetli yer hareketleri binalara ve temellerine hasar verebileceği gibi binalarda yaşayan insanlara da konfor bozucu titreşimleriyle rahatsızlık verebilir. Türkiye'de taşıma gücü zayıf, alüvyon zemin ve yoğun yerleşim bölgelerinden geçen (Eskişehir-Adapazarı-Izmit), inşaatı devam eden ve geçirilmesi planlanan yüksek hızlı trenler'in (YHT) çevrede oluşturdukları titreşimlerin tespiti için şuna kadar herhangi bir saha araştırması yapılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, YHT'lerin yakın çevrede oluşturduğu titreşimleri doğal saha koşullarında belirlemektir. YHT demiryolu hattına yakın seçilmiş gözlem noktalarında, YHT trafiğinin ürettiği kuvvetli zemin titreşimleri yedi yüksek kaliteli sismik sensör ile kayıt altına alınmış ve titreşimlerin oluşturdukları pik ivme değerlerinin mesafeyle azalımı hesaplanmıştır. Saha çalışması sonuçları, Bornitz'in iki nokta arasındaki enerji azalımı ile ilgili olarak sunmuş olduğu analitik çözüm ile karşılaştırılmıştır. Analitik yöntemin serbest zemin yüzeyinde oluşan düşey ivme genliklerini tahmin etmede başarılı olduğu fakat yatay ivme kayıtları için fazla kestirim yaptığı bulunmuştur.

*Anahtar Kelimeler:* Yüksek hızlı tren, serbest zemin titreşimleri, yerinde zemin titreşim ölçümleri

### 1.Giriş

Son zamanlarda küresel dünyada, hareket hızlarını, yolcu ve yük kapasitelerini sürekli arttırarak değiştiren YHT teknolojisi araştırmalarının önemli bir bölümü yalnızca yolcuların konforunu sağlamak için değil aynı zamanda demiryolu ağının içinden geçtiği yoğun yerleşim bölgelerinde yaşayanların maruz kalabileceği gürültü kirliliğinden ve büyük genlikli titreşimlerden korunması çalışmalarını da kapsamaktadır. İnsanların hayat standartlarının ekonomik gelişmeye bağlı yükselmesiyle modern kent topluluklarının yoğun yerleşim bölgelerinde, daha kaliteli, güvenli yaşam isteği ve çevresel etkenlerin ürettiği problemlere karşı gösterdikleri duyarlılıklar hızla artmaktadır. Deprem yer hareketi dışındaki insan yapısı üretilen yüksek frekanslı titreşim kaynaklarının (ağır makine temelleri, yoğun ve hızlı trafik akış yükleri, masif inşaat aktiviteleri, patlamalar vb.) oluşturduğu kuvvetli dalgaların yumuşak zemin ortamında yayılışının incelenmesi, çevresel titreşim problemlerinin mühendislik çözümlerinin üretilmesi açısından önem kazanmıştır [1-5].

Durağan veya hareketli titreşim kaynaklarının ürettiği kuvvetli yüzey dalgalarının sebep olduğu büyük genlikli titreşimlerin davranışını ve yakın çevresindeki etkilerini daha iyi anlayabilmek için son dönemlerde az sayıda da olsa deneysel saha araştırmaları gerçekleştirilmiştir. Yüksek hızlı demiryolu taşımacılığının kent içinde ürettiği çevresel titreşimlerin etkileri, trafik akış yoğunluklarına, tren seti yüklerine, etkiye sürelerine ve seyahat hızlarına bağlı incelenmiş ve dalga yayılımı probleminin anlaşılabilmesiyle ilgili birçok saha deneyleri gerçekleştirilmiştir. Degrande ve Schillemans [6] Brüksel-Paris arasında test sürüşü yapan bir lokomotif ve 7 vagonlu oluşan Thalys HST tipi YHT'nin 223-314 km/saat arasındaki geçiş hızlarında demiryolu ve yakın çevrede (4-72 m arasında 14 farklı gözlem noktası) oluşturdukları serbest zemin titreşimlerini incelemiştir. Diğer taraftan, Branderhorst [7] Hollanda'nın Amsterdam-Utrecht şehirleri arasında 40-160 km/h hızlarında seyahat eden aynı tip YHT'nin meydana getirdiği çevresel titreşimleri ölçerek, elde ettikleri veri setini sayısal modellerin doğrulanmasında kullanılmak üzere araştırmacılara sunmuşlardır. Bununla birlikte, Auersch [8] Almanya'da faaliyet gösteren ICE tipi YHT'nin 100-300 km/h arasında değişen hızlarda elde ettiği ölçüm sonuçlarını rapor olarak yayınlamıştır. Aynı şekilde Adolfsson vd. [9] İsveç'in batı sahil hattında Göteborg-Malmö arasında kullanılan X2000 tipi trenlerin 200 km/saat aşan hızda oluşturduğu çevresel titreşimleri kayıt altına almışlardır. Titreşim etkilerini kapsayan çevresel değerlendirme sonuçları yeni ulaşım sistemlerinin tasarımı ve planlanması aşamasında gerekli programlardan biri haline gelmiştir.

Yüksek hızlı demiryolu taşımacılığına sahip birçok Avrupa ülkesinde olduğu gibi, ülkemizde de yolcu taşımacılığındaki trafik akış hızları  $V=250$  km/h değerlerine ulaşacak şekilde planlanmış, yolcu ve yük taşımacılığındaki dingil yükleri 180-225 kN olarak tasarlanmıştır. Yüksek-hızlı demiryolu hatlarında sürekli tren geçişlerinin, demiryolu üst yapısında, çevre zeminde ve yapılarda oluşturduğu kuvvetli titreşimlerin ölçülmesi, uluslararası normlara göre karşılaştırılıp incelenmesi, yapı temellerinde hasar ve insanlarda rahatsızlık verici etkilerinin değerlendirilmesi, titreşimlerin yayılma alanında veya korunacak yapı çevresinde azaltılması ve en uygun demiryolu üst yapı tasarımının gerçekleştirilmesi gibi konular inşaat mühendisliğinin ulaşım sistemlerinin planlanmasında önemli bir uğraş alanı olmuştur.

Ülkemizde demiryolu ulaşım sistemlerini ilgilendiren konularda gerçekleştirilen az sayıda saha araştırma çalışmaları kent içi hafif raylı sistem titreşimlerinin yolcu konforu ve güvenliği üzerindeki etkilerinin incelenmesiyle, seyahat kalitesinin ve çevresel akustik sorunların iyileştirilmesiyle sınırlı kalmıştır. Ulusal literatürde önerdiğimiz proje konusuna en yakın çalışma, İstanbul Aksaray-Havalimanı şehir içi raylı ulaşım trafiğinde kullanılan ve maksimum seyahat hızları 50km/saat'i aşmayan hafif metro araçlarının geçişleri sırasında demiryolu hattında ve 9.5 m yakınındaki bir idari binada oluşturduğu titreşim etkilerinin ölçüldüğü ve konfor analizi yapılarak değerlendirildiği yerel çalışmadır [10]. Aynı projede gerçekleştirilen ölçümler ve simülasyon çalışmaları, taşıt tekerleği-ray etkileşimi sonucu çevreye yayılan konfor bozucu titreşimleri ve gürültüyü azaltmak için araç gövdesinde ve demiryolu alt yapısında alınabilecek izolasyon yöntemlerine odaklanmıştır. Çözüm önerileri ağırlıklı olarak makine mühendisliği disiplini çerçevesinden sunulmuştur. Çalışmada, demiryolu hattına 3.5 m uzaklıkta bulunan ve derinliği sadece 1 m olan drenaj amaçlı açık bir kanal uygulamasının zemin titreşimleri üzerindeki azaltıcı etkisi ölçülmüştür. Diğer taraftan, ülkemizde Çelebi vd. [11] gerçekleştirmiş oldukları saha deneylerinde, harmonik titreşim dalgaları oluşturmak için 10-100 Hz frekans aralığında çalışan 250 N düşey yük kapasiteli elektro-dinamik sarsıcı kullanılmıştır. Çalışmada küçük ölçekte (boyutları: 1x1x0.5m) hazırlanan betonarme temellerin titreşimleri, önlerine 2.5 m derinlikte yerleştirilen dalga bariyerinin (kesit alanı = 3 m<sup>2</sup>) aktif ve pasif uygulamalarıyla birlikte incelenmiştir.

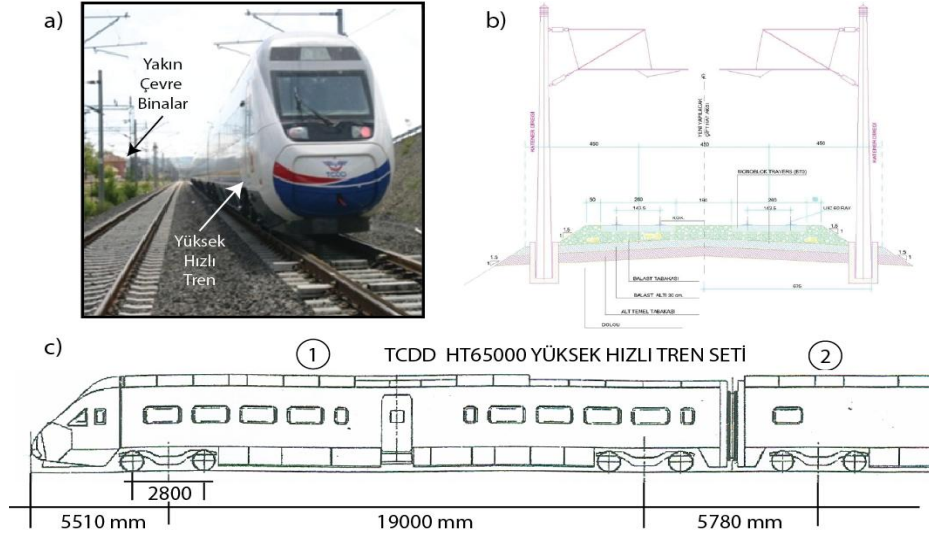
Yukarıda tanımlanan problemlerin çözümlerine yönelik kapsamlı saha araştırmalarının gerekliliği özellikle ülkemizin taşıma gücü zayıf, alüvyon zemin ortamlarından (Eskişehir-Adapazarı-İzmit) ve yoğun yerleşim bölgelerinden geçen, inşaatı devam eden ve geçirilmesi planlanan yüksek hızlı modern demiryolu hatları (Kars-Ankara-İstanbul-Edirne hızlı tren projesi) için güncelliğini korumaktadır. Ülkemizde YHT yolcu taşımacılığının yakın zamanda faaliyete geçmiş olması ve ulaşım sisteminin yeni olması, söz konusu muhtemel çevresel sorunların öngörülememesi, mevcut araştırmaların da sadece demiryolu üst yapı titreşimleri ve gürültü kirliliğinin azaltılmasına odaklanmış olması, bu çalışmayı çevresel titreşimlerin yerinde incelenmesi konusuna yönlendirmiştir. Bu çalışmada demiryolu hattına çok yakın seçilmiş bir sahada serbest zemin titreşimleri kayıt altına alınmış ve YHT trafiğinin ürettiği zemin titreşimlerinin mesafe ile azalımı incelenmiştir.

## **2.Saha koşulları ve yüksek hızlı tren setinin genel özellikleri**

Bu çalışma kapsamında, İstanbul-Ankara arasında toplam uzunluğu 533 km olan, taşıma gücü zayıf alüvyon zemin ortamlarından ve yoğun yerleşim bölgelerinden geçen Köseköy-Pamukova arasındaki yüksek hızlı







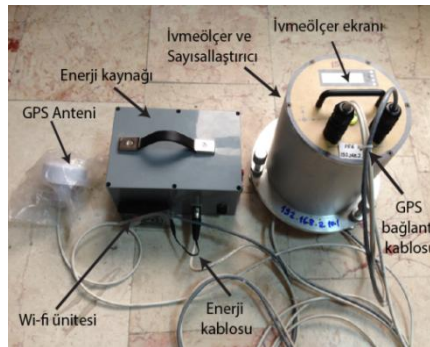
Şekil 3. İncelenen test sahasından geçen yüksek hızlı tren a) önden görünüşü b) geçtiği güzergâhın kesit bilgileri c) HT65000 yüksek hızlı tren setinin boyutları

Tablo 1. Demiryolu taşıtı ve hattının mekanik özellikleri [12]

Bileşenler	Karakteristikler	Semboller	Büyüklik	Birim
<b>Lokomotif</b> <i>HT 65000</i>	Dingil yükü	$F_z$	180	kN
	Hareket hızları	$V$	69,44	m/sn
<b>Demiryolu</b> <i>2UIC 60</i>	Kesit alanı	$A_r$	$1.54 \times 10^{-2}$	$m^2$
	Atalet momenti	$I_z$	$6.11 \times 10^{-5}$	$m^4$
	Elastisite modülü	$E$	$2.11 \times 10^8$	$kN/m^2$
	Birim hacim ağırlık	$\gamma$	78	$kN/m^3$
<b>Balast</b> <i>Yay-söndürücü sistem</i>	Rijitlik katsayısı	$k_b$	$1.26 \times 10^5$	kN/m
	Sönüm katsayısı	$c_b$	$1.69 \times 10^2$	$kNsn/m$

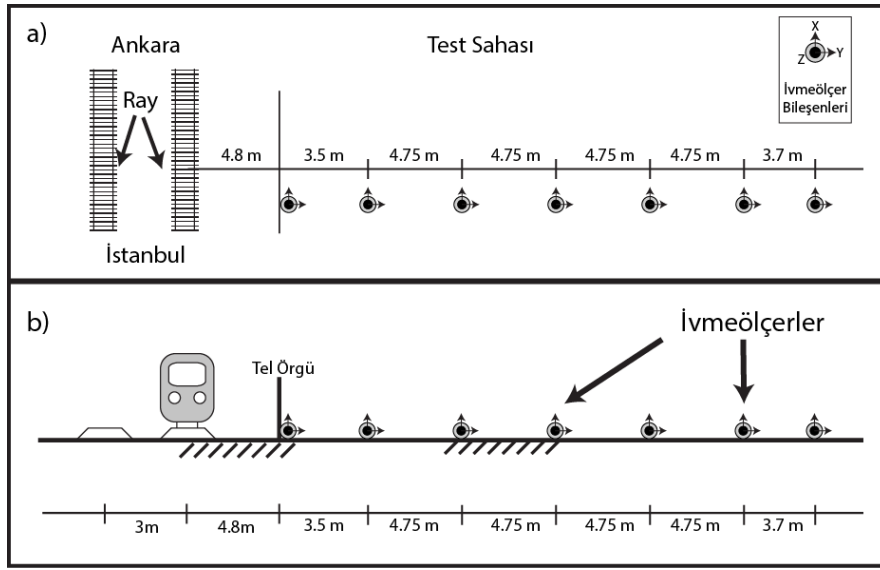
### 3.Çalışmada Kullanılan Sensörler

Çalışma kapsamında kullanılan ivmeölçerler çok düşük gürültü seviyelerine sahip, üç eksenli Capacitive Force Micro-machined sensörler ile zayıf titreşim hareketlerini ölçebilen, DAC-3HDG tipi 32 bit yüksek çözünürlüklü ivmeölçerlerdir. Saha ölçümlerinde kullanılacak olan cihazlar: GPS anteni, enerji kaynağı ve ivmeölçer ana kutusu olmak üzere üç temel parçadan oluşmaktadır (Şekil 4). GPS anteni ve enerji kabloları ivmeölçere iki kablo yardımı ile bağlanırlar. Ana kutunun içinde üç tane MEMS sensörü, ADC sayısallaştırıcı ve ivmelerin kayıt altına alındığı bellek vardır. Bu sensörlerden yedi takım test sahasında kullanılmıştır.



#### 4. Doğal saha koşullarında serbest zemin titreşimlerinin ölçülmesi

Yüksek hızlı demiryolu hattına yakın seçilmiş ölçüm sahası, Sakarya'nın Sapanca ilçesinde bulunan SAÜ Kırkpınar turizm MYO uygulama oteli ve sosyal tesislerinin bulunduğu yerleşkedir. Yerel zemin koşullarını dikkate alarak 200-230 km/saat hız aralığındaki tren geçişlerinin ürettiği serbest yüzey yer hareketini dalga oluşum mekanizmasına bağlı incelemek ve zemin formasyonunun dalga iletimi üzerindeki etkisini değerlendirmek için  $3.5m \leq L \leq 4.75m$  aralıklarla güzergâha sistematik olarak dik dizilmiş yedi gözlem noktasında titreşim kaydı alınmıştır. Titreşim etkilerinin kayıt altına alındığı gözlem noktalarının konumu Şekil 5'de gösterilmiştir. İstanbul'dan çıkıp Ankara'ya giden YHT'ler Şekil 5a'daki sağ rayı kullanmaktadır. Güvenlik sebebi ile tel örgünün YHT tarafına sensör koyulamamıştır. İlk sensör YHT demiryolu hattından 4.8 metre uzağa, son sensör ise 31 metre uzağa konulmuştur. Alınan kayıtlar üç bileşenli olup, sensörler YHT güzergâhına paralel (X eksen) olacak şekilde yerleştirilmiştir.



Şekil 5. İncelenecek test sahasının doğal saha koşullarındaki a) plan ve b) kesit görünüşleri

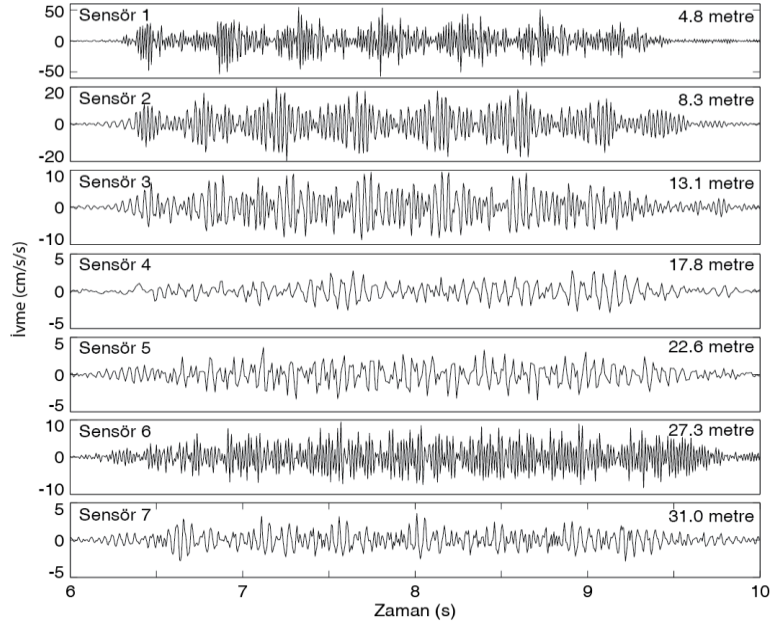
Tablo 2. Dinamik yük kaynağına olan mesafeye bağlı her üç bileşende ölçülen serbest zemin titreşimlerine ait ivme değerleri

Dinamik yük kaynağına olan mesafe (m)	X bileşeninde ölçülen ivme değeri (cm/s/s)	Y bileşeninde ölçülen ivme değeri (cm/s/s)	Z bileşeninde ölçülen ivme değeri (cm/s/s)
4.8	57.0938	35.2439	18.2653
8.3	19.6206	13.0662	10.0833
13.1	9.4852	5.8467	8.2158
17.8	2.8653	5.0233	6.0167
22.6	3.6351	3.3199	4.1601
27.3	9.4079	9.7046	2.9858
31.0	3.5710	6.4255	3.2005

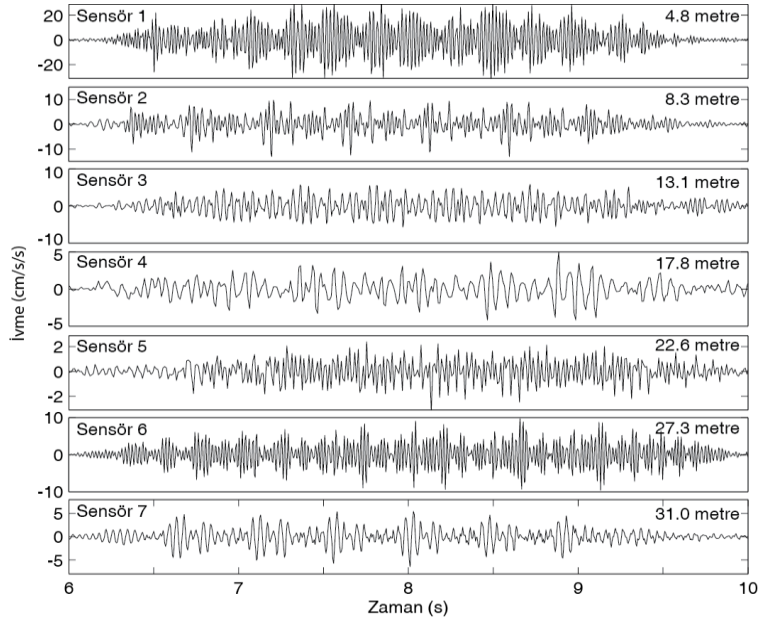
#### Serbest zemin titreşimlerine ait ivme-zaman grafikleri

Demiryolu hattına yakın seçilmiş gözlem noktalarında, YHT trafiğinin ürettiği kuvvetli zemin titreşimleri yerinde ölçülerek kayıt altına alınmıştır. Gözlem noktalarında X, Y ve Z bileşenlerine ait ölçülen pik yer ivme değerleri, demiryolu güzergâhına olan mesafeye bağlı olarak Tablo 2'de verilmiştir. Geliştirilen yazılım yardımıyla her üç bileşen için (X, Y, Z) ivme değerlerinin zamana bağlı değişimi aşağıda grafikler halinde verilmiştir (Şekil 6, 7, 8). Grafiklerde X eksen zamanı Y eksen ise normalize edilmiş ivme genliklerini göstermektedir. Demiryolu hattına en yakından uzaklaştıkça serbest zemin yüzeyinde meydana gelen ivme değerlerinin azalmakta olduğu ve pik ivme değerlerinin güzergâha paralel doğrultuda gerçekleştiği tespit

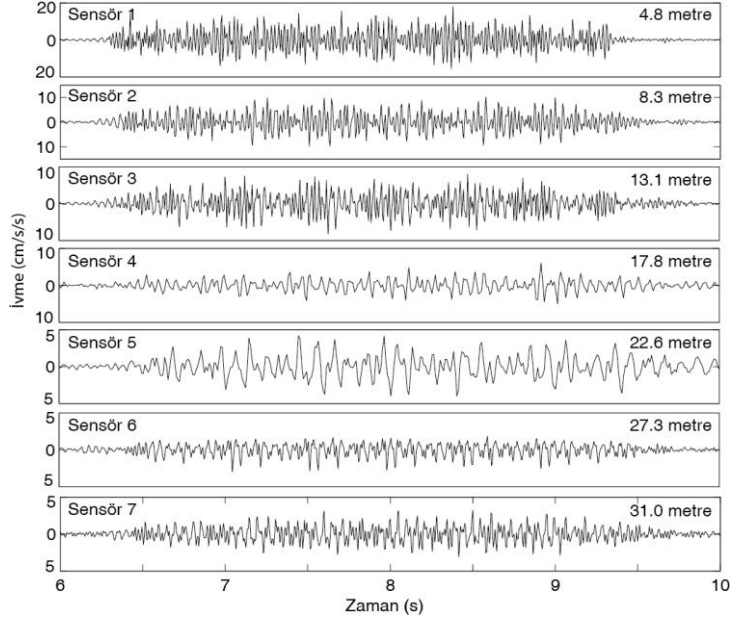
edilmiştir. Demiryolu hattına paralel doğrultuda ölçülen ivme genlik bileşenlerinin, güzergâha dik doğrultudaki genlik bileşenlerine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Fakat bu fark, mesafe ile azalmaktadır. Bununla birlikte düşey genlik bileşenlerinin, yatay genlik bileşenlerine göre yakın mesafelerde çok daha küçük ve mesafeyle daha yavaş bir şekilde azaldığı görülmüştür.



Şekil 6. Demiryolu hattına paralel doğrultuda (X bileşeni) ölçülen serbest zemin titreşimlerine ait ivme-zaman grafiği



Şekil 7. Demiryolu hattına dik doğrultuda (Y bileşeni) ölçülen serbest zemin titreşimlerine ait ivme-zaman grafiği



Şekil 8. Düşey doğrultuda (Z bileşeni) ölçülen serbest zemin titreşimlerine ait ivme-zaman grafiği

#### Elde edilen arazi ölçüm sonuçlarının analitik çözümle karşılaştırılması

Amick ve Gendreau [13] tarafından geliştirilen ve Bornitz'in iki nokta arasındaki enerji azalımı ile ilgili olarak sunmuş olduğu analitik çözüme göre, geometrik ve malzeme sönümünün titreşim genliklerinde neden olduğu azalım aşağıdaki denklem kullanılarak ifade edilmektedir.

$$u_b = u_a \left(\frac{r_a}{r_b}\right)^\gamma e^{\alpha(r_a - r_b)} \quad (1)$$

Buna göre, yük kaynağından  $r_b$  mesafesindeki titreşim genliği  $u_b$  ile,  $r_a$  mesafesindeki titreşim genliği ise  $u_a$  ile ifade edilmektedir. Denklemden,  $\gamma$  geometrik azalım katsayısı olup, dış yükün neden olduğu sismik dalga yayılım mekanizmasına ve dış yükün pozisyonuna bağlı olarak Tablo 3'den seçilmektedir.

Tablo 3. Dalga tipine bağlı olarak teorik geometrik azalım katsayıları [14]

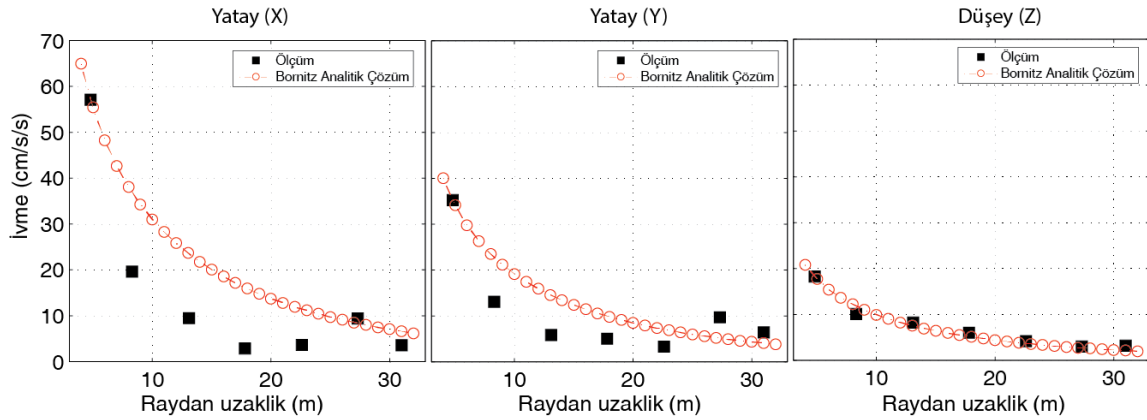
Yük Kaynağı	Dalga Tipi	Ölçüm Noktası	$\gamma$
Yüzeysel	Rayleigh	Yüzey	0.5
Yüzeysel	Body	Yüzey	1
Derin	Body	Yüzey	1
Derin	Body	Derin	1

$\alpha$  ile gösterilen malzeme azalım katsayısı ise, zeminin tipine ve dış yükün frekans içeriğine bağlı olarak aşağıdaki formülasyon kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\alpha = \frac{2\pi f D}{V_R} \quad (2)$$

Demiryolu hattına dik bir biçimde yerleştirilen ivmeölçerler yardımıyla elde edilen serbest zemin yüzeyi titreşimleri ile Bornitz'in iki nokta arasındaki enerji azalımı ile ilgili olarak sunmuş olduğu analitik çözüm kullanılarak yapılan karşılaştırma Şekil 9'da verilmiştir. Grafikte x eksenini sensörlerin mesafesini, y eksenini ise ölçülen pik ivme değerlerini göstermektedir. Özellikle en yakın iki sensörün genlik yatay bileşenleri, düşey ölçüme göre çok daha büyük değere sahiptir. Ölçülen ivme değerlerinin mesafeye bağlı değişimi incelendiğinde, analitik yöntem ile serbest zemin yüzeyinde elde edilen ivme genliklerinin düşey bileşeni ile büyük mertebede örtüştüğü, buna karşın yatay bileşenlerde genellikle daha yüksek genlik değerleri verdiği tespit edilmiştir. Yatay X ve Y bileşenlerindeki 6. sensörde okunan değerlerin yüksek çıkmasının sebebi, sensörün serbest zemin yerine

yürüyüş patikasının üzerine konulmasından kaynaklanmaktadır (Şekil 3c en soldaki sensör). Elde edilen sonuçlar Kuyuk vd. [15] Adapazarı-Arifiye hattında yaptıkları çalışmayla büyük ölçüde örtüştüğü düşünülmektedir.



Şekil 9. Elde edilen arazi ölçüm sonuçlarının analitik çözümle karşılaştırılması

## 5.Sonuçlar

Tren setlerinin yüksek seyahat hızlarıyla tekrarlı geçişleri sırasında ürettikleri yüksek frekanslı dinamik yükler ile titreşen demiryolu üstyapısı, bu titreşim enerjisini çevresindeki zeminlere iletirler. Demiryolu hattına yakın çevre binalarda yaşayan insanların güvenliği ve konfor algısı dikkate alındığında, serbest zemin yüzeyinin farklı gözlem noktalarından YHT geçişleri esnasında oluşan titreşim problemlerinin yumuşak zemin koşullarında dalga yayılımı açısından deneysel olarak incelenmesi bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. Bu çalışma sonucunda demiryolu hattına paralel doğrultuda ölçülen ivme genlikleri, güzergaha dik doğrultudaki bileşen genliklerine göre daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, Bornitz'in iki nokta arasındaki enerji azalımı ile ilgili olarak sunmuş olduğu analitik formülasyon kullanılarak yapılan karşılaştırmada, analitik yöntem ile serbest zemin yüzeyinde elde edilen ivme genliklerinin azalımında düşey bileşen ile büyük mertebede örtüştüğü, buna karşın yatay bileşenlerde genellikle daha yüksek genlik değerleri verdiği tespit edilmiştir.

## Kaynaklar

- [1] Bata, M. 1971. "Effects on buildings of vibrations caused by traffic", Building Science, 6(4), 221-246.
- [2] Massarsch, K. R. 1993. "Man-made Vibrations and Solutions", State-of-the-Art Lecture, Third International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, St. Louis, Missouri, U.S.A., II, 1393-1405.
- [3] Massarsch, K. R. 2004. "Mitigation of Traffic-induced Ground Vibrations", Keynote Lecture, 11th International Conference on Soil Dynamics and Earthquake Engineering and 3rd on Earthquake Geotechnical Engineering, University of California, Berkeley, U.S.A.
- [4] Xia, H., Cao, Y., De Roeck, G., Degrande, G. 2007. "Environmental problems of vibrations induced by railway traffic", Frontiers of Architecture and Civil Engineering in China, 1 (2), 142-152.
- [5] Göktepe, F. 2013. "Yüksek Hızlı Trenlerin Çevre Yapılarda Oluşturduğu Titreşimlerin Önlenmesi İçin Bariyer Sistemlerin Etkinliğinin Parametrik Olarak İncelenmesi", Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye
- [6] Degrande, G., Schillemans, L. 2001. "Free field vibrations during the passage of a Thalys HST at variable speed", Journal of Sound and Vibration, 247(1), 131-144.
- [7] Branderhorst, J. 1997. "Modellen voor het boeggolfprobleem bij hogesnelheidstreinen. Ontwerp en validatie met behulp van de resultaten van de proef Amsterdam-Utrecht", Master's Thesis, University of Twente, Enschede, Netherlands.
- [8] Auersch, L. 1989. Forschungsbericht 155, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin, Zur Entstehung und Ausbreitung von Schienenverkehrserschütterungen-theoretische Untersuchungen und Messungen an Hochgeschwindigkeitszug Intercity Experimental.
- [9] Adolfsson, K., Andréasson, B., Bengtson, P-E., Bodare, A., Madshus, C., Massarsch, R., Wallmark, G., Zackrisson, P. 1999. "High speed lines on soft ground. Evaluation and analyses of measurements from the West Coast Line", Technical Report, Banverket, Sweden.
- [10] Güçlü, R., Metin, M., Yazıcı, H., Yalçın, N.S. 2007-2010. "Raylı Sistem Titreşimlerinin Yolcu ve Çevre Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi", TÜBİTAK 1001 Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Projesi, MAG, Proje No: 106M443.
- [11] Çelebi, E., Fırat, S., Beyhan, G., Çankaya, İ., Vural, İ., Kırtel, O. 2009. "Field experiments on wave propagations and vibration isolation by using wave barriers", Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 29(5), 824-833.
- [12] Öztürk, Z., Arlı V. 2009. Demiryolu Mühendisliği, İstanbul: ATM.
- [13] Amick, H., Gendreau, M. 2000. "Construction vibrations and their impact on vibration sensitive facilities", ASCE Construction Congress 6, Orlando, Florida USA.
- [14] Kim, D-S., Lee, J-S. 1998. "Source and attenuation characteristics of various ground vibrations", Geotechnical Earthquake Engineering, Soil Dynamics III., Geotechnical Special Publication ASCE, 75(2), 1507-1517.
- [15] Kuyuk H. S., Goktepe F., Celebi E., Aktas M., Agcakoca E. 2014. "Experimental Study on Liquid-Storage Tank and Free Field Soil Vibrations due to Railway Traffic", in GEOTECHNICAL ENGINEERING: International Civil Engineering & Architecture Symposium for Academicians (ICESA 2014), 145-157, Antalya, Turkey

## The Effect of Foundation Damping on Solution Process of Soil-Structure Coupled System Subjected to Seismic Loads

Mustafa Yavuz ÇETİNKAYA<sup>a</sup>, Erkan ÇELEBİ<sup>b</sup>, Osman KIRTEL<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya ve 54187, Türkiye

<sup>b</sup>Mühendislik Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya ve 54187, Türkiye

<sup>c</sup>Teknoloji Fakültesi, Sakarya Üniversitesi, Sakarya ve 54187, Türkiye

### Abstract

The goal of this study is to evaluate the effect of the soil-structure dynamic interaction and the mechanical properties of the underlying soil on the dynamic response of the superstructure by using the sub-structure method based on impedance functions at the foundation-soil interface. Furthermore, the influence of the additional foundation damping on the computational results depending on governing parameters is discussed.

*Keywords:* Soil-Structure Interaction; foundation damping

## Sismik Yüklere Maruz Yapı-Zemin Ortak Sisteminin Çözüm Sürecinde Temel-Zemin Etkileşiminin Sönümü

### Özet

Bu çalışmanın amacı, yapı-zemin ortak sisteminin sismik yükler altında karşılıklı etkileşimini ve zemin mekanik özelliklerinin üstyapıların dinamik davranışı üzerindeki etkilerini, altsistem yaklaşımıyla temel-zemin arakesitinde tanımlanan dinamik rijitlik fonksiyonlarına bağlı değerlendirmek, temel ortamında oluşan ilave sönümün sayısal sonuçlar üzerindeki etkisini yönetici parametrelere bağlı tartışmaktır.

*Anahtar Kelimeler:* Yapı-Zemin Etkileşimi; Temel Ortamının Sönümü

### 1.Giriş

Sismik yüklere karşı dinamik davranışlarının gerçeğe daha yakın olarak izlenmek istenmesi durumundaki nükleer güç santralleri, viyadükler, masif köprü ayakları, barajlar ve çok katlı binalar gibi rijit temelli önemli yapı sistemleri, günümüzde zorunlu olarak depremselliği yüksek bölgelerde özellikle yumuşak zemin koşullarında inşa edilmek zorunda kalabilirler. Yapı-zemin dinamik etkileşim probleminin sismik analizi; üstyapı, yapı temeli ve temelin çevresini saran zemin olmak üzere ayrı karakterdeki üç sistemin ortak titreşimine dayalı yapısal tepkiyi ortaya çıkarmayı hedeflemektedir. Zemin koşullarının yapısal davranış üzerindeki etkisinin kontrol parametrelere bağlı incelenmesinde, doğrudan çözüm yöntemi [1-3] ve altsistem yaklaşımı [4-7] kullanılmaktadır. Yapıların dinamik davranışının analizinde yerel zemin koşullarının etkisinin hesap ilkelerine doğrudan katılması hususunda yakın zamanda önemli birçok araştırma raporu yayınlanmıştır [8-9]. Bu raporlarda proje mühendislerinin kullanımına sunulan basitleştirilmiş çözüm yöntemleri aslında yapı-zemin etkileşim problemleriyle ilgili gerçekleştirilmiş olan kapsamlı teorik çalışmaların ve tecrübelerin sentezine dayanmaktadır.

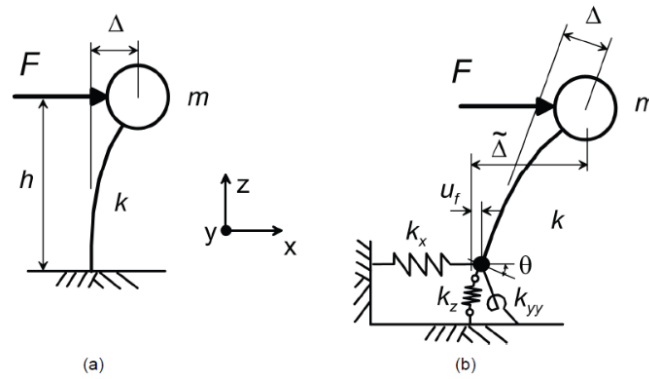
Bu çalışmanın amacı, zeminin mekanik özelliklerinin üstyapıların dinamik davranışı üzerindeki etkilerini, altsistem yaklaşımıyla yapı temeli-zemin arakesitinde tanımlanan dinamik rijitlik fonksiyonlarına bağlı değerlendirmek, temel ortamında oluşan ilave sönüm etkisinin periyot uzamasına bağlı değişimini, eylemsizlik etkileşimi koşulu altında tartışmaktır. Kapsamlı parametrik araştırmalar için farklı ölçeklerde köprü ayağı temelleri, üstyapı narinlikleri ve temel gömülme derinlikleri kullanılmıştır. Örnek modelin temel-zemin arakesitinde zemin ortamının şekil değiştirme özelliğini ve sönümünü temsil eden titreşim frekansına bağlı yaylar ve söndürücüler dikkate alınmıştır.

## 2.Çözüm Yöntemi

### Zemin Etkileşimli Yapı Periyodu

Titreşen bir yapıda oluşan eylemsizlik etkileri, yapı-zemin sisteminin karşılıklı etkileşiminden dolayı oluşturduğu kesme kuvveti ve moment sonucunda yapı temelinin ötelenmesine ve dönmesine neden olmaktadır. Bu yerdeğişimler tüm sistemin sönümünü ve periyodunu önemli derece değiştirecek olan histeresiz zemin sönümü ve radyasyon sönümünün ortak etkisiyle titreşim enerjisinin tüketilmesine yol açmaktadır. Yapı temelinin, oturduğu zemine mesnetlenme şekli ve davranışı ile ilgili iki farklı yaklaşım mevcuttur:

- **Rijit Taban Yaklaşımı:** Temelin oturduğu zemin ortamının sonsuz rijit kabul edilmesi durumunda üstyapının dış yük etkisi altında sadece ötelenme yaptığı gözlemlenir (Şekil 1a).
- **Esnek Taban Yaklaşımı:** Zemin ortamının şekil değiştirmesi söz konusu olduğunda temelin dönmesi ve ötelenmesi sonucunda üstyapının toplam yerdeğişimlerinin değiştiği gözlemlenir (Şekil 1b).



Şekil 1. Üstyapının kuvvet etkisinde yaptığı deformasyonlar: (a) zemine rijit bağlı durumda ötelenme (b) esnek temel ortamından kaynaklanan dönme ve ötelenmeler [8].

Şekil 1 a'da verilen rijit tabanlı yapı sisteminin periyodu:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

Şekil 1 b'de verilen esnek tabanlı yapı sisteminin periyodu:

$$\tilde{T} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k} + \frac{m}{k_x} + \frac{mh^2}{k_{yy}}} \quad (2)$$

Esnek tabanlı ve rijit tabanlı yapı sistemlerinin periyotlarının oranı:

$$\frac{\tilde{T}}{T} = \sqrt{1 + \frac{k}{k_x} + \frac{kh^2}{k_{yy}}} \quad (3)$$

ifadesi ile elde edilir [10]. Yapı-zemin etkileşimini dolayısıyla  $\tilde{T}/T$  'yi kontrol eden anahtar parametreler aşağıda verilmiştir [11-12]:

$$\frac{h}{V_s T}, \frac{h}{B}, \frac{L}{B}, \frac{m}{\rho_s 4BLh} \text{ ve } \nu \quad (4)$$

Burada  $h$  modal yapı yükseliğidir,  $B$  ve  $L$  sırasıyla temel yarı genişliği ve temel yarı uzunluğudur,  $\rho_s$  zemin birim hacim kütlesi,  $\nu$  zeminin poisson oranı,  $h/B$  yapı modal yüksekliğinin temel yarı genişliğine oranı,  $B/L$  temel yarı genişliğinin temel yarı uzunluğuna oranı,  $m/(\rho_s 4BLh)$  yapı modal yüksekliğine eşit bir derinlikteki üstyapı kütesinin zeminin kütesine oranıdır. Kütle oranının etkisi küçüktür ve bu değer genellikle 0.15 alınabilir [10].  $h/(V_s T)$  yapının zemine rijitlik oranı olarak tanımlanır [8]. Burada,  $h/(V_s T)$  oranının 0.1'den büyük olması durumunda, eylemsizlik etkileşimine bağlı yapı-zemin etkileşimi, bina yapısının periyodunu ve sistemin sönümü önemli derecede değiştirebilmektedir. Bu durum tasarım kesme kuvvetini ve sonucunda yapının deformasyon talebini zemine rijit bağlı yapıya kıyasla farklılaştıracaktır. Ayrışmış kaya zeminde, perde duvar ve çaprazlı yapılar için bu oran yaklaşık olarak 0.1 ve 0.5 arasında değişmektedir [13].

### Temel Sönümü

Dış yük etkisi altında esnek tabanlı bir yapıda, periyodun artmasına ek olarak temel-zemin etkileşimiyle birlikte ilave bir sönüm ortaya çıkar ve bu sönüme temel sönümü ( $\beta_f$ ) adı verilir. Temel sönümü iki parçadan oluşur (1) zeminin birim şekil değiştirmesine bağlı olarak meydana gelen sönüm katkısı (histeresiz sönüm) ve (2) zemin ortamının sınırsızlığı nedeniyle enerji kaybına eşdeğer anlamda karşı gelen fiktif zemin sönümü diğer bir adıyla geometrik sönümdür. Temel sönümünün tanımlanması için geliştirilen birçok analitik yaklaşımdan bir tanesi de Wolf (1985) tarafından önerilen formülasyondur [14].

$$\beta_f = \left[ \frac{(\tilde{T}/T)^{n_s} - 1}{(\tilde{T}/T)^{n_s}} \right] \beta_s + \frac{1}{(\tilde{T}/T_x)^{n_x}} \beta_x + \frac{1}{(\tilde{T}/T_{yy})} \beta_{yy} \quad (5)$$

Denklem (5)'de  $\beta_s$  zemin histeresiz sönümü,  $\beta_x$  ve  $\beta_{yy}$  sırasıyla ötelenme ve dönme titreşim modları için geometrik sönümdür.  $T_x$  ve  $T_{yy}$  fiktif titreşim periyotlarıdır. Eğer titreşim kaynağı sadece ötelenme ve dönme yapıyorsa fiktif titreşim periyotları;

$$T_x = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_x}} \quad T_{yy} = 2\pi \sqrt{\frac{mh^2}{k_{yy}}} \quad (6)$$

formülleriyle hesaplanır. Denklem (5)'de kullanılan  $n_s$ ,  $n_x$  ve  $n_{yy}$  katsayılarının 2 alınması önerilir [15]. Hesap edilen temel sönümü  $\beta_f$ 'e üstyapının sönümünün eklenmesiyle esnek tabanlı yapı sisteminin sönümü;

$$\beta_0 = \beta_f + \frac{1}{(\tilde{T}/T)^n} \beta_i \quad (7)$$

elde edilir. Denklem (7)'de  $(\tilde{T}/T)^n$  ifadesinde  $n$ , doğrusal viskoz yapı sönümü için 3 aksi durumları için 2 alınması önerilir [15].

### Dikdörtgen Rijit Temellerin Empedans Fonksiyonları

Empedans fonksiyonları temel-zemin etkileşiminin frekansa bağlı sönüm ve rijitlik karakterlerini temsil eder. Klasik çözümler, kompleks değerli empedans fonksiyonu için şu şekilde yazılabilir [16-17]:

$$\bar{k}_j = k_j + i\omega C_j \quad (8)$$



Burada  $\bar{k}_j$  empedans fonksiyonunu,  $j$  ise ötelenme ( $x, y, z$ ) ve dönme ( $xx, yy, zz$ ) modlarını ifade eder.  $k_j$  ve  $c_j$  sırasıyla temelin dinamik rijitliğini ve sönüm katsayısını gösterir. Denklem (8) için alternatif bir form;

$$\bar{k}_j = k_j(1 + 2i\beta_j) \quad (9)$$

ifadesi ile verilir. Denklemde, zeminin birim şekil değiştirmesine bağlı olarak meydana gelen histeresiz sönüm ve zemin ortamının sınırsızlığı nedeniyle enerji kaybına eşdeğer anlamda karşı gelen geometrik sönümün toplamını tanımlayan  $\beta_j$ ;

$$\beta_j = \frac{\omega c_j}{2k_j} \quad (10)$$

formülü ile elde edilir.

Dinamik rijitlik ( $k_j$ ); temel boyutları ( $B$  ve  $L$ ), zemin kayma modülü ( $G$ ), zemin poisson oranı ( $\nu$ ), dinamik düzeltme katsayısı ( $\alpha_j$ ) ve gömülme katsayısının ( $\eta_j$ ) bir fonksiyonudur.

$$k_j = K_j \alpha_j \eta_j \quad (11)$$

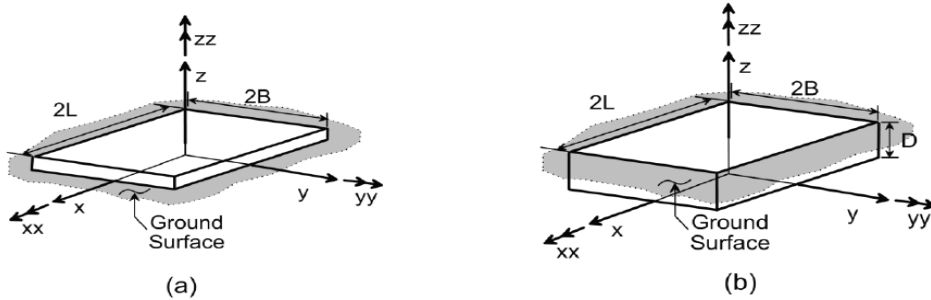
$$K_j = GB^m f(B/L, \nu), \alpha_j = \alpha_j(B/L, a_0) \quad (12)$$

$$\eta_j = f(B/L, D/B) \quad (13)$$

Denklem (11)'de  $K_j$ ,  $j$  modu için frekanstan bağımsız temel statik rijitliğidir.  $B$  ve  $L$  sırasıyla temel yarı genişliği ve temel yarı uzunluğu,  $\eta$  ise temel tipinin gömülü olması durumunda gömülme derinliği ( $D$ ) ve temel en-boy oranına ( $B/L$ ) bağlı olarak hesap edilen katsayıdır. Ötelenme ve dönme modu için sırasıyla  $m$  değerleri 1 ve 3 alınmaktadır [4]. Dinamik düzeltme katsayısı ( $\alpha_j$ ) boyutsuz frekans parametresi  $a_0$ 'a bağlı olarak;

$$a_0 = \frac{\omega B}{V_s} \quad (14)$$

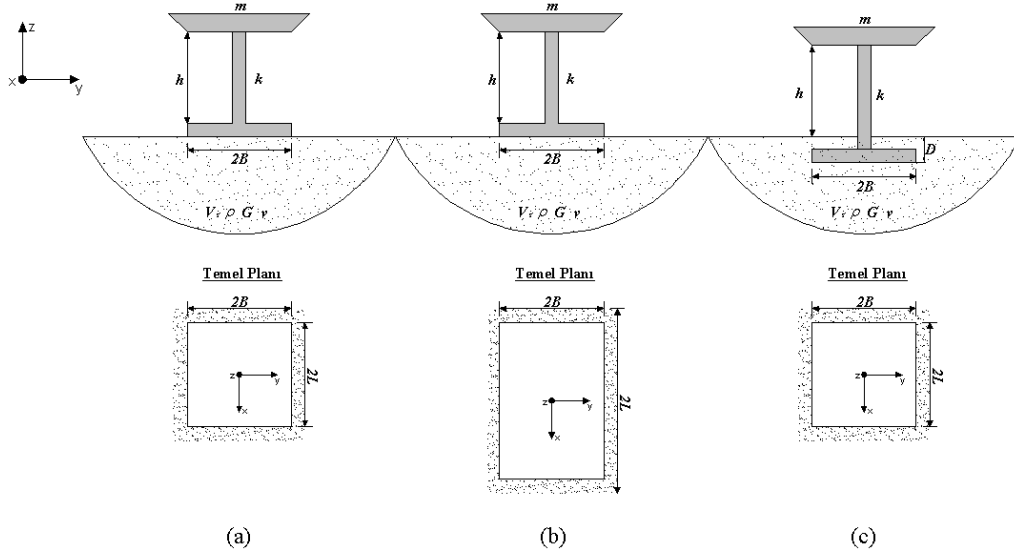
elde edilir. Zaman tanım analizi için  $a_0$ 'a bağlı olan temel yay ve sönüm katsayıları için tek bir açısal frekans  $\omega$  seçilir. Bu  $\omega$  seçilirken esnek tabanlı yapının baskın tepkisinin oluşacağı andaki açısal frekans  $\bar{\omega}$  kullanılabilir [8]. Frekansa bağlı olan temel dinamik rijitliklerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere  $\bar{\omega}$  iterasyon yapılarak hesaplanabilir [10]. Elastik bir yarı-uzaya oturan dikdörtgen rijit temellerin empedans fonksiyonlarının hesabı için ampirik bağıntılar literatürde mevcuttur [4]. Yüzeysel ve gömülü dikdörtgen temeller, şematik olarak Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Didörtgen temel tipleri: (a) yüzeysel temel (b) gömülü temel [8]

### 3. Parametrik Çalışma

Bu bölümde tek serbestlik dereceli sistemi temsil eden bir köprü ayağı modelinin farklı rijitliklerinde periyot oranı ( $\tilde{T}/T$ ) ve temel ortamının sönümü ( $\beta_f$ ) elde edilmiştir. Örnek modelin şematik gösterimi, analizlerde hangi temel tipi ve geometrisinin dikkate alındığı Şekil 3’de verilmektedir.



Şekil 3. Farklı temel tip ve geometrilerine sahip köprü ayağı modelleri: (a) yüzeysel kare temel (b) yüzeysel dikdörtgen temel (c) gömülü kare temel

Şekil 3’de verilen köprü ayağı-zemin sistemlerinin  $\tilde{T}/T$  ve  $\beta_f$  ifadeleri;

- Farklı  $h/B$  oranlarındaki ( $h/B=1$ ,  $h/B=2$  ve  $h/B=4$ ) yüzeysel kare temelli köprü ayağı (Şekil 5a).
- Farklı  $h/B$  oranlarındaki ( $h/B=1$ ,  $h/B=2$  ve  $h/B=4$ ) yüzeysel dikdörtgen temelli ( $L/B=1$ ,  $L/B=2$  ve  $L/B=4$ ) köprü ayağı (Şekil 5b).
- Farklı  $h/B$  oranlarındaki ( $h/B=1$ ,  $h/B=2$  ve  $h/B=4$ ) gömülü kare temelli ( $D/B=0.5$  ve  $D/B=1$ ) köprü ayağı (Şekil 5c).

modellerinde hesap edilmiştir. Periyot oranı ( $\tilde{T}/T$ ) ve temel sönümü ( $\beta_f$ ) denklemleri içerisinde yer alan değişkenlerin hesabı için literatürde rijit dikdörtgen temeller için tanımlanmış ampirik bağıntılar kullanılmıştır [4]. Bu bağıntılar yüzeysel temellerde titreşim modunun  $x$  doğrultusunda Tablo 1’de  $y$  doğrultusunda Tablo 2’de ve gömülü kare temeller için Tablo 3’de verilmiştir. Parametrik çalışmalardaki temel sönümü hesaplarında ( $\beta_f$ ), zemin ortamının sönümü olarak sadece geometrik sönüm ( $\beta_{xs}$ ,  $\beta_{ys}$ ,  $\beta_{xx}$  ve  $\beta_{yy}$ ) göz önünde bulundurulmuş ve zemin histeresiz sönümü  $\beta_s=0$  alınmıştır.

Tablo 1. Dikdörtgen yüzeysel bir temelin ( $L \geq B$ ) x doğrultusundaki titreşim modu için kullanılan bağıntılar [4].

x eksenini boyunca ötelenme	y eksenini boyunca dönme
$K_x = \frac{GB}{2-\nu} \left[ 6.8 \left( \frac{L}{B} \right)^{0.65} + 2.4 \right]$	$K_{yy} = \frac{GB^3}{1-\nu} \left[ 3.73 \left( \frac{L}{B} \right)^{2.4} + 0.27 \right]$
$\alpha_x = 1$	$\alpha_{yy} = 1.0 - \left[ \frac{0.55a_0^2}{\left( 0.6 + \frac{1.4}{(L/B)^3} \right) + a_0^2} \right]$
$\beta_x = \left[ \frac{4(L/B)}{(K_x/GB)} \right] \left[ \frac{a_0}{2\alpha_x} \right]$	$\beta_{yy} = \left[ \frac{(4\Psi/3)(L/B)^3 a_0^2}{\left( \frac{K_{yy}}{GB^3} \right) \left[ \left( \frac{1.8}{1+1.75(L/B-1)} \right) + a_0^2 \right]} \right] \left[ \frac{a_0}{2\alpha_{yy}} \right]$

Tablo 2. Dikdörtgen yüzeysel bir temelin ( $L \geq B$ ) y doğrultusundaki titreşim modu için kullanılan bağıntılar [4].

y eksenini boyunca ötelenme	x eksenini boyunca dönme
$K_y = \frac{GB}{2-\nu} \left[ 6.8 \left( \frac{L}{B} \right)^{0.65} + 0.8 \left( \frac{L}{B} \right) + 1.6 \right]$	$K_{xx} = \frac{GB^3}{1-\nu} \left[ 3.2 \left( \frac{L}{B} \right) + 0.8 \right]$
$\alpha_y = 1$	$\alpha_{xx} = 1.0 - \left[ \frac{(0.55 + 0.01\sqrt{L/B-1})a_0^2}{\left( 2.4 - \frac{0.4}{(L/B)^3} \right) + a_0^2} \right]$
$\beta_y = \left[ \frac{4(L/B)}{(K_y/GB)} \right] \left[ \frac{a_0}{2\alpha_x} \right]$	$\beta_{xx} = \left[ \frac{(4\Psi/3)(L/B)a_0^2}{\left( \frac{K_{xx}}{GB^3} \right) \left[ \left( 2.2 - \frac{0.4}{(L/B)^3} \right) + a_0^2 \right]} \right] \left[ \frac{a_0}{2\alpha_{xx}} \right]$

Tablo 3. Gömülü bir kare temelin ( $L=B$ )  $x$  doğrultusundaki titreşim modu için kullanılan bağıntılar [4].

$\eta_x = \left[ 1.0 + \left( \frac{D}{B} \right)^{0.8} \right]$
$\alpha_x = 1$
$\beta_x = \left[ \frac{4[1 + (D/B)(\psi + 1)]}{(K_{x,göm.}/GB)} \right]$
$\beta_{yy} = \left[ \frac{(4/3) \left[ \left( \frac{D}{B} \right) + \psi \left( \frac{D}{B} \right)^3 + \left( \frac{D}{B} \right)^3 + 3 \left( \frac{D}{B} \right) + \psi \right] a_0^2}{\left( \frac{K_{yy,göm.}}{GB^3} \right) \left[ \left( \frac{18}{1 + 1.75(L/B - 1)} \right) + a_0^2 \right]} + \frac{\left( \frac{4}{3} \right) (1 + \psi) \left( \frac{D}{B} \right)^3}{\left( \frac{K_{yy,göm.}}{GB^3} \right)} \right] + \left[ \frac{a_0}{2\alpha_{yy}} \right]$
<p><b>Not:</b> Her bir titreşim modu için gömülü temelin statik rijitliği <math>K_{i,göm.} = \eta_i K_i</math></p>

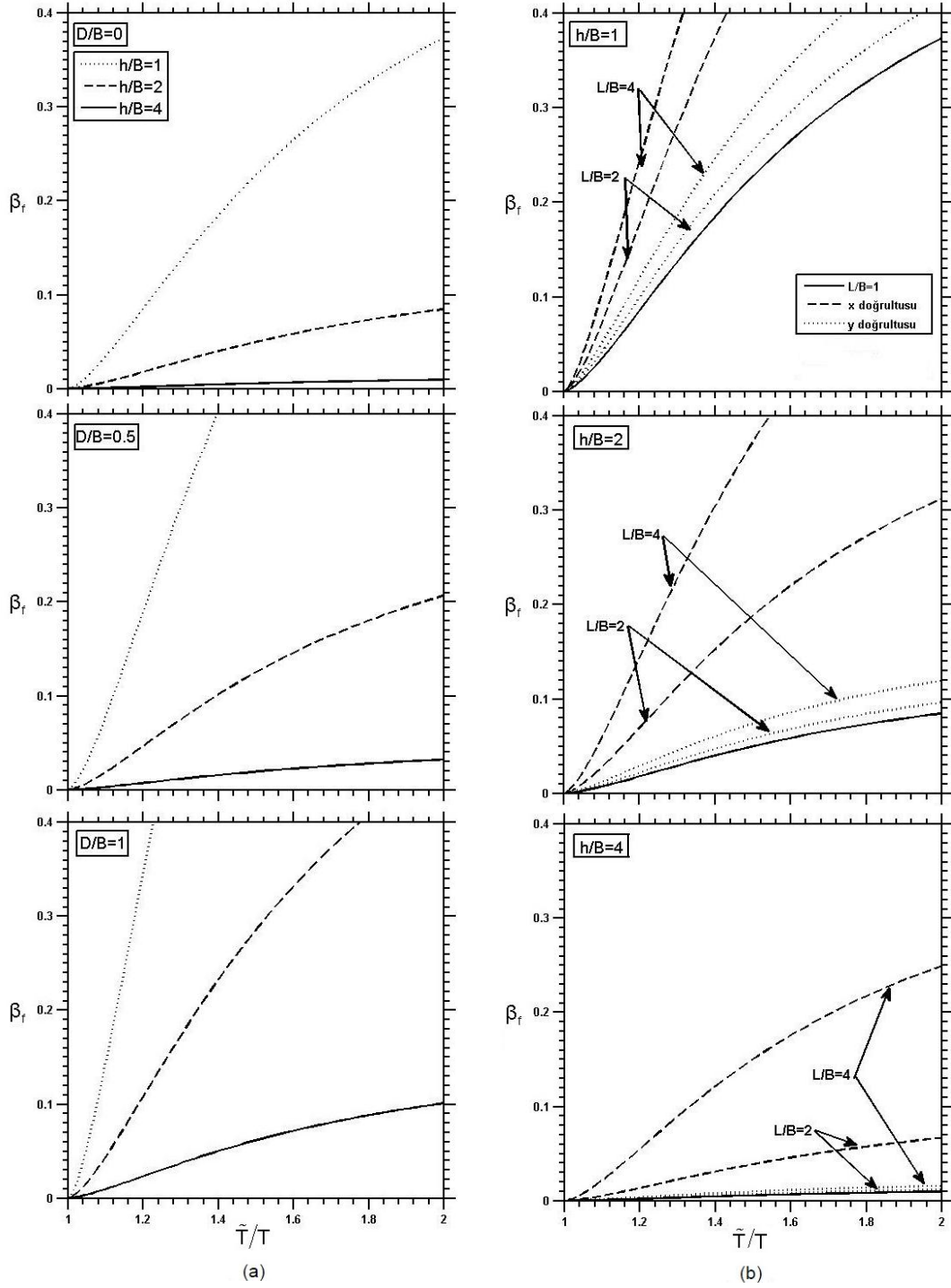
Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'deki  $\psi \leq 2.5$  olması şartıyla aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$\psi = \sqrt{2(1-\nu)(1-2\nu)} \quad (15)$$

Parametrik çalışmada uygulanan çözüm adımları:

- Farklı  $h/B$  ( $h/B=1$ ,  $h/B=2$  ve  $h/B=4$ ) ve  $L/B$  ( $L/B=1$ ,  $L/B=2$  ve  $L/B=4$ ) oranlarında üstyapı kütlelerinin hesabı ( $m/(\rho_s 4BLh)=0.15$ ).
- Belirli bir aralıkta tanımlanan  $h/(V_s T)$  oranlarından herhangi bir kayma dalga hızı ( $V_s$ ) için rijit tabanlı yapı sistemi periyotlarının ( $T$ ) elde edilmesi.
- Elde edilen her bir rijit tabanlı periyotlara ( $T$ ) karşılık gelen rijitliklerin bulunması
- Esnek tabanlı yapı periyotlarının ( $\tilde{T}$ ) hesabı için iterasyonların yapılması.
- İterasyonlar sonucunda hesap edilen periyotlara karşılık gelen titreşim frekanslarında; dinamik rijitlikler ( $k_x$ ,  $k_{yy}$ ,  $k_y$  ve  $k_{xx}$ ), periyot oranları ve geometrik sönümlerin ( $\beta_x$ ,  $\beta_{yy}$ ,  $\beta_y$  ve  $\beta_{xx}$ ) elde edilmesi ve bunlara bağlı olarak temel sönümünün ( $\beta_f$ ) bulunması.

Farklı temel tip (yüzeysel veya gömülü) ve geometrilerine (kare veya dikdörtgen) sahip köprü ayağı modellerinin temel sönümü ( $\beta_f$ ) hesaplarında  $h/B$  ve  $L/B$  oranlarının etkisi Şekil 4'de verilmiştir.



Şekil 4. Farklı temel tip ve geometrilerine sahip köprü ayağı modellerinde temel sönümü: (a) yüzeysel ve gömülü kare temel (b) yüzeysel dikdörtgen temel

- $h/B$  oranının artması durumunda temelde dönme hareketi hakimiyet kazanır ve bu durumda hesap edilen temel sönüm ( $\beta_f$ ) değerleri azalır. Yapılar narinleştiçe  $\beta_f$  değerinin azalmasının nedeni, dönme titreşim modunda geometrik sönüm ( $\beta_{yy}$ ) etkisinin küçük olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzeysel temelden gömülü temele geçilmesi durumunda, temel dönme hareketi doğal olarak daha çok kısıtlanmaktadır. Buna bağlı olarak  $\beta_f$  değerlerinde artma meydana gelmektedir (Şekil 4a).
- Temelin dikdörtgen olması yapı-zemin etkileşim problemlerinde ilave olarak titreşim doğrultusunun önemini ortaya çıkarmaktadır. Titreşim yönünün etkili olduğu uzun doğrultu (x doğrultusu) kısa doğrultudan (y doğrultusu) daha fazla temel sönümü üretmektedir. Bu durumun sebebi x doğrultusunun dönme eylemsizliğinin y doğrultusundan daha büyük olmasıyla açıklanabilir (Şekil 4b).

#### 4.Sonuçlar

Yapının mesnetlendiği zemin ortamı yumuşadıkça geometrik (radyasyon) ve malzeme sönümüne bağlı tüketilen sismik enerji, eylemsizlik kuvvetlerine bağlı temelde dönme ve ötelenme yerdeğiştirmeleri yaptırarak sisteminin sönüm değerini artırmaktadır. Yapı temelinde sönüm değerinin artmasıyla sisteminin periyodu uzayarak yapının dinamik davranışı önemli derecede değişmektedir. Özellikle depremselliği yüksek bölgelerde zayıf zemin koşullarında inşa edilecek rijit yapıların sismik analiz sürecine yapı-zemin etkileşimini katmak yapıların deprem güvenliği açısından önem kazanmaktadır.

#### Kaynaklar

- [1] Wolf J. P. and Song C. *Finite-Element Modeling of Unbounded Media*, England, Wiley; 1996.
- [2] Celebi E., Goktepe F., and Karahan N., 2012. Non-Linear Finite Element Analysis for Prediction of Seismic Response of Buildings Considering Soil-Structure Interaction. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, Vol. 12, p. 3495-3505.
- [3] P. Galvín A. Romero, 2014. Technical Note A MATLAB Toolbox for Soil - Structure Interaction Analysis with Finite and Boundary Elements. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 57, p. 10 - 14.
- [4] Pais A. and Kausel E., 1988. Approximate Formulas for Dynamic Stiffnesses of Rigid Foundations, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 7, No. 4, p. 213-227.
- [5] Mylonakis G., and Gazetas G., 2000. Seismic Soil-Structure Interaction: Beneficial or Detrimental, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 4, p. 377-401.
- [6] Mylonakis G., Nikolaou S. and Gazetas G, 2006. Footings Under Seismic Loading Analysis and Design Issues with Emphasis on Bridge Foundations, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 26, p. 824-853.
- [7] Celebi E. and Gunduz A. N., 2005. An Efficient Seismic Analysis Procedure for Torsionally Coupled Multistory Buildings Including Soil-Structure Interaction, *Journal of Engineering Environmental Sciences*, Vol. 29, p. 143-157.
- [8] NIST GCR 12-917-21, Consultants Joint Venture, *Soil-Structure Interaction for Building Structures*, U.S. Department of Commerce National Institute of Standards and Technology; 2012.
- [9] FEMA 440, *Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*, Prepared by the Applied Technology Council for Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C., USA; 2005.
- [10] Veletsos A. S. and Meek J. W., 1974. Dynamic Behavior of Building-Foundation Systems, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 3, p. 121-138.
- [11] Veletsos A. S. and Nair V.V., 1975. Seismic interaction of structures on hysteretic Foundations, *Journal of Structural Engineering*, Vol. 101, p. 109-129.
- [12] Bielak J., 1975. Dynamic Behavior of Structures with Embedded Foundations, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 3, p. 259-274.
- [13] Stewart J. P., Fenves G. L. and Seed R. B., 1999. Seismic Soil-Structure Interaction in Buildings II: Empirical Findings, *Journal Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, Vol. 125, p. 38-48.
- [14] Wolf, J.P. *Dynamic Soil-Structure Interaction*, Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey; 1985.
- [15] Givens M. J. *Dynamic Soil-Structure Interaction of Instrumented Buildings and Test Structures*, Ph.D. Thesis, University of California, Los Angeles, The United States Dissertation; 2013
- [16] Luco J. E. and Westmann R. A., 1971. Dynamic Response of Circular Footings, *Journal of Engineering Mechanics*, Vol. 97, No. 5, p. 1381-1395.
- [17] Veletsos A. S. and Wei Y. T., 1971. Lateral and Rocking Vibrations of Footings, *Journal of Soil Mechanics and Foundations Division*, Vol. 97, No. 9, p. 1227-1248

# Prediction of Compaction Behaviour of Soils at Different Energy Levels

Yesim GURTUG<sup>1</sup>, Asuri SRIDHARAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Civil Engineering, Marmara University, Goztepe Campus Istanbul/TURKEY

<sup>2</sup> I Department of Civil Engineering, Indian Institute of Science, Bangalore, INDIA

Presenter's e-mail address: [yesim.gurtug@marmara.edu.tr](mailto:yesim.gurtug@marmara.edu.tr)

Compaction tests forms one of the important aspects in geotechnical engineering practice. These tests are time consuming and require large quantity of soil also. In this paper based on the results of the compaction tests carried out for different soils of varying plasticity characteristics at different compaction energies and on published data, it has been brought that there is a good correlation between the optimum moisture content and plastic limit for the . In addition to this one can predict the modified compaction parameters just knowing the plastic limit of the soil.

For the present investigation, three different soils from North Cyprus (Tuzla, Değirmenlik and Akdeniz) and a soil from Turkey (highly plastic montmorillonitic clay) were chosen. These soils are heavily in use for civil engineering activities like construction of pavements, embankments and earth retaining structures.

Compaction tests were carried out at three different energy levels for the four soils described.. They are standard Proctor test (SP), reduced modified Proctor (RMP) and modified Proctor (MP). For the standard Proctor, the compaction energy works out to be 593.7 kJ/m<sup>3</sup>. In the modified Proctor test, the compaction energy works out to be 2693.3 kJ/m<sup>3</sup>. In the reduced modified Proctor test the procedure is same as modified Proctor except the number of layers are three instead of five. The compaction energy works out to be 1616 kJ/m<sup>3</sup>. [1]

Based on the experimental results obtained for maximum dry density vs. optimum moisture content for the four different soils with different compaction energy levels it has been found that irrespective of soil type and compaction energy levels both the maximum dry density and optimum moisture content are linearly related with a very high correlation coefficient of  $R= 0.994$ .

Results obtained from laboratory tests as well as from literature show that the correlation between maximum dry density and OMC for different soils, compacted for two compaction energy levels is very good.

It is thus seen that one can predict OMC knowing the plastic limit with reasonable accuracy.

Having obtained OMC one can get the maximum dry density from equation(1) obtained in this study.

From experimental results it has been found that both OMC and maximum dry density of Proctor's test results and that of modified Proctor's test results of authors' as well as data collected from literature correlate very well.

It is seen that the correlation is highly satisfactory. Having obtained both OMC and maximum dry density for Proctor's energy level one can get the OMC and maximum dry density for modified Proctor condition also.

**Key Words:** (*compaction, plastic limit, compaction energy*)

## 1 INTRODUCTION

Compaction of soils is an important aspect of civil engineering construction. Earthen structures such as earth dams, embankments (highway, railway and canal) loose foundation soils need to be compacted for increase in

strength and reduction in compressibility. In cases where permeability needs to be reduced, compaction of soils is required. Thus compaction is used as practical means of achieving the desired increase in strength, decrease in compressibility and also decrease in hydraulic conductivity of soils used.

To achieve effective compaction in the field, compaction characteristics of soils as obtained in the laboratory are essential. Most often compaction characteristics namely optimum moisture content and maximum dry density are obtained through standard Proctor test. Proctor test not only takes more amount of time to carry out, but also requires large quantity of soil. In several instances large number of Proctor tests need to be carried out for projects like earth dams, embankments etc. In cases where higher strength of soil is required compaction energy need to be increased. To take care of this modified Proctor compaction test procedure is developed. In order to simplify the compaction test for preliminary designs, in this paper an approximate but simplified method is described to obtain both compaction characteristics and compaction curves for both Proctor and modified Proctor compaction energy levels.

## 2 MATERIALS AND METHODS

For the present investigation, three different soils from North Cyprus (Tuzla, Değirmenlik and Akdeniz) and a soil from Turkey (highly plastic montmorillonitic clay) were chosen. These soils are heavily in use for civil engineering activities like construction of pavements, embankments and earth retaining structures. Table 1 present their index and other physical properties. It may be seen from Table 1 that there is wide variation in their properties.

Compaction tests were carried out at three different energy levels for the four soils described.. They are standard Proctor test (SP), reduced modified Proctor (RMP) and modified Proctor (MP). For the standard Proctor, the compaction energy works out to be 593.7 kJ/m<sup>3</sup>. In the modified Proctor test, the compaction energy works out to be 2693.3 kJ/m<sup>3</sup>. In the reduced modified Proctor test the procedure is same as modified Proctor except the number of layers are three instead of five. The compaction energy works out to be 1616 kJ/m<sup>3</sup> [7].

Table 1. Physical properties of the soils tested

Soil	Atterberg Limits Grain Size Distribution				
	LL(%)	PL(%)	Sand (%)	Silt(%)	Clay(%)
Degirmenlik	37	25	13	52	35
Akdeniz	50	28	11	46	43
Tuzla	53	28	10	48	42
Montmorillonitic Clay	98	40	1	23	76

## 3 TEST RESULTS AND DISCUSSION

Figure 2 relates the maximum dry density vs. optimum moisture content for the four different soils with different compaction energy levels. Irrespective of soil type and compaction energy levels both the maximum dry density and optimum moisture content are linearly related with a very high correlation coefficient of R= 0.994.



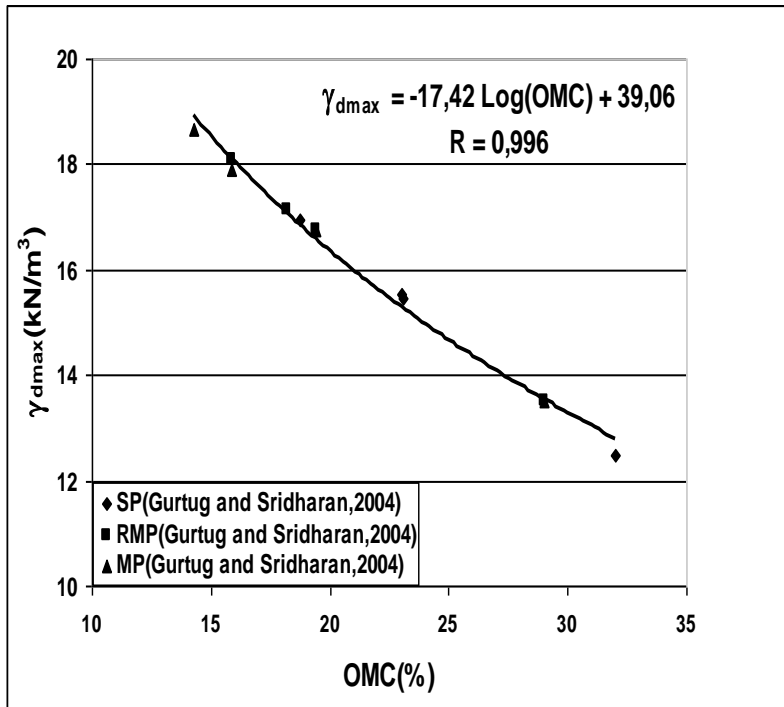


Figure 2: Correlation between  $\gamma_{dmax}$  and OMC

Figure 3 shows the correlation between maximum dry density and OMC for different soils collected from literature, compacted for two compaction energy levels. It can be seen that the correlation is very good.

The equation is:

$$\gamma_{dmax} = 33.85 - 13.58 \log(OMC) \text{ and } R = 0.99 \quad (1)$$

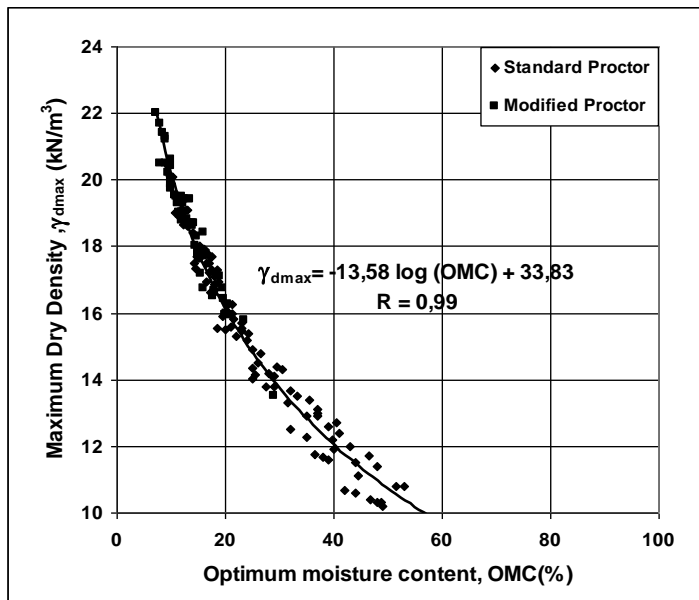


Figure 3: Correlation between maximum dry density and OMC for different soils collected from literature, compacted for two compaction energy levels. [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

#### 4 PREDICTON OF PROCTOR OMC AND MAXIMUM DRY DENSITY

Figures 4 show the correlation between optimum moisture content, OMC and plastic limit for several soils collected from literature apart from author’s experimental results. It is clearly seen that plastic limit correlates very well with OMC than the liquid limit. The equation relating OMC and plastic limit works out to be:

$$OMC = 0.94w_p \quad R=0.98 \quad (2)$$

It is thus seen that one can predict OMC knowing the plastic limit with reasonable accuracy. Having obtained OMC one can get the maximum dry density from equation (1)

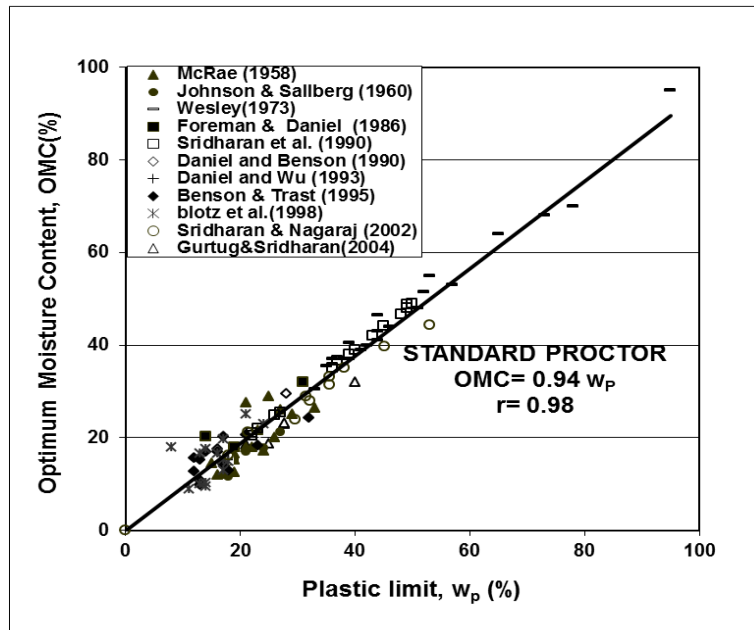


Figure 4: Correlation between optimum Moisture content and plastic limit.

#### 5 CORRELATION BETWEEN COMPACTION CHARACTERISTICS OF PROCTOR AND MODIFIED PROCTOR ENERGY

Figures 6 and 7 correlate both OMC and maximum dry density of Proctor’s test results and that of modified Proctor’s test results of authors’ as well as data collected from literature.

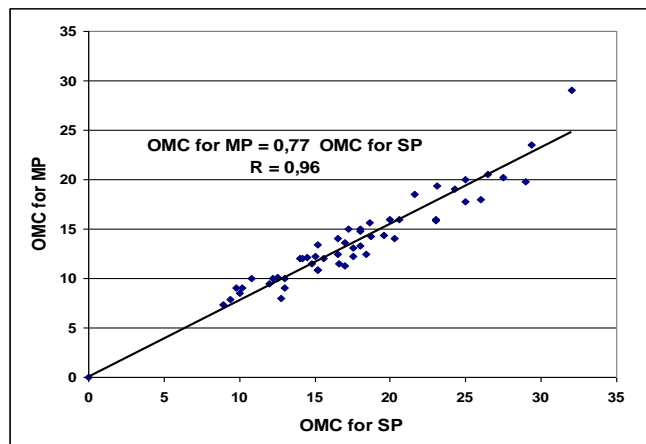


Figure 6: Correlation between OMC for standard Proctor compaction and OMC for modified Proctor compaction

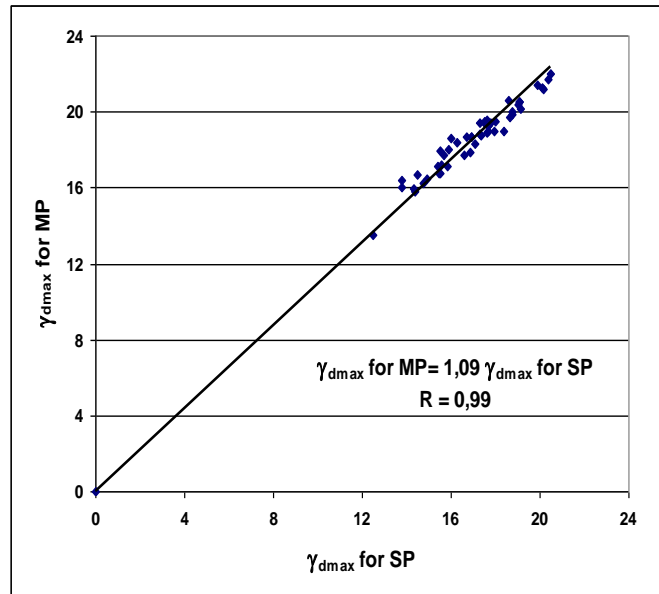


Figure 7: Correlation between maximum dry density and for proctor compaction and maximum dry density for the modified proctor compaction

It can be seen that the correlation is highly satisfactory. Having obtained both OMC and maximum dry density for Proctor's energy level using Equation (1) and (2), one can get the OMC and maximum dry density for modified Proctor condition using Equation (3) and (4) respectively.

$$OMC_{forMP} = 0.77 OMC_{forSP} \quad (3)$$

$$\gamma_{d\max} \text{ for MP} = 1.09 \gamma_{d\max} \text{ for SP} \quad (4)$$

## 7 CONCLUDING REMARKS

Based on several compaction tests results and extensive published results it has been shown that the optimum moisture content, OMC bears a very good correlation with plastic limit for standard Proctor energy level. Further it has been brought out that the correlation between maximum dry density and OMC is unique for both Proctor and modified Proctor energy levels. There is very good correlation between Proctor OMC and maximum dry density and that of modified Proctor's condition. Using the above findings a simple method has been described to predict the compaction characteristics using plastic limit result.

## ACKNOWLEDGMENTS

The directorate of Scientific Research Projects (BAP) of Marmara University, grant number FEN-D-110315-0073, supported this project.

## REFERENCES

- [1] Blotz, R. L., Benson C.H. & Boutwell, P. (1998). Estimating optimum water content and maximum dry unit weight for compacted clay. *J. Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, 12:907-912
- [2] Benson, C. H., and Trast, J. M. (1995). Hydraulic conductivity of thirteen compacted clays, *Clays and Clay*

Minerals, 43:669-681

[3] Daniel, D. & Benson, C. 1990. Water content –density criteria for compacted soil liners. Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 116:1181-1190.

[4] Daniel, D. & Wu, Y. (1993). Compacted clay liners and covers for arid sites. Journal of Geotechnical Engineering Divisions, ASCE, 112-669-681.

[5] Foreman, E. D. And Daniel, D. E., (1986). Permeation of compacted clay with organic chemicals. J. of Geotechnical Engineering Dn., ASCE, 112: 669-681

[6] Gurtug Y. and Sridharan A. (2002). Compaction characteristics of fine grained soils. Geotechnique, 52: 761-763

[7] Gurtug Y. and Sridharan A. (2004). Compaction behaviour and prediction of its characteristics of fine grained soils with particular reference to compaction energy. Soils and Foundations Journal, 44:27-36.

[8] HMSO (1957). Soil Mechanics for road Engineers, Her Majesty's Stationery office, London

[9] Horpibulsuk, S., Rachan R., and Kaktan W. (2006). Prediction of compaction curves at various energies using one point method. International Symposium on Low Lowel Technology, Saga, Japan.

[10] Johnson, A. W. and Sallberg, J. R. (1960). Factors that influence the field compaction of soils (compaction characteristics of field equipment). Highway Reserach Bulletin, 272

# Efficiency of Use of a Carbon Geomembrane for the Construction of the Embankment in Poor Load-Bearing Foundation Soil with a Verification of the Impact of the Theory of Large Deformations in the Numerical Calculations

Aleš ŽIBERT, Stanislav ŠKRABL

University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Smetanova ul. 17, 2000 Maribor  
aleszibert88@gmail.com

## Introduction

In the geotechnical practice we are often faced with very compressible and poor load-bearing foundation soils that are mostly located below the ground water level in the area of the foundation. These kinds of soils are usually not suitable for the foundation of larger and complex infrastructure facilities without further reinforcement measures. In the construction of high embankments on the poor load-bearing foundation soils we encounter into problems with exceeding the ultimate limit states (hereinafter referred to as ULS) and serviceability limit states (hereinafter referred to as SLS). ULS are particularly critical in the period during and immediately after the completion of the construction of the embankment when pore overpressures still haven't decline to the safe level in the compressible and low permeable soils. In this paper we verified the opportunities and the efficiency of reinforcement of the ground under the embankment with a carbon geomembrane – woven fabric consist of carbon fibres. According to our estimates, we could reduce the unfavorable horizontal impacts on the foundation soil (transferred by geomembrane) and on the distortionary component of settlements, which may adversely affect on the nearby facilities.

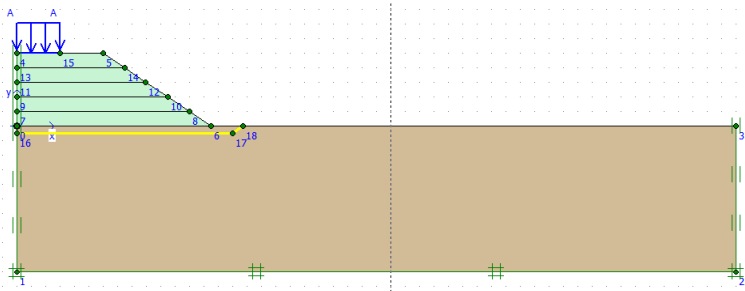
## Numerical model

In the numerical analysis, we considered the installation of a carbon geomembrane directly on the prepared bed of the substructure in the excavation at a depth of 0.5 m below the surface, where the groundwater is located. The characteristic material data of used soils are shown in TABLE1.

**Table1. Mechanical properties of soils**

Soil		embankment
Material model / type	ed	ed
$k_x=k_y=k_z$ [m/day]	<sup>3</sup>	
$E$ [kN/m <sup>2</sup> ] / $\nu$ [-]	<sup>5</sup> / 0.3	<sup>4</sup> / 0.3
$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ] / $c$ [kPa] / $\phi$ [°] / $\psi$ [°]	/ 15 / 0	/ 35 / 5

We analysed the construction of road embankment (height of 5.0 m and width of 12 m on the crown of the embankment) with the slope 1:1.5, that is typical for the construction of the embankment built of stone materials. We used the mechanical properties of the carbon fibre fabric manufactured by MAPEI (product Mapewrap C BI-AX 230). [2] Due to useful mechanical properties pf carbon fibre fabric it was estimated that it would be suitable to carry the tensile stresses in poor foundation soils. [3]



**Figure1. Computational model for checking the serviceability carbon geomembrane**

### *Procedures of numerical analysis*

Due to the low permeability of a clay soil with a thickness of 10.0 m below the embankment, we took into account the gradual construction of a road embankment, at a constant speed of construction, 1.0 m of height per week. For the intended speed of construction we carried out a simultaneous stress-strain analysis and an analysis of the hydrodynamic consolidation. Below a clay soil layer is located impermeable basis of Miocene marls. In the simulation construction technology we firstly considered the removal of the humus layer trapezoidal excavation with a depth of about 0.5 m and secondly installation of the carbon geomembrane on the aligned surface of the excavation. Then we began with the backfilling of stone material. In the analysis we considered steady increase of load and real-time progress of the hydrodynamic consolidation in each of five increments of the gradual construction. We took into account the time a total of 35 days for the preparation of the basis of the foundation ground and embankment construction with carriageway construction. Then we predicted free settling of the embankment till 180 days after the beginning of the construction work. Presented example was analyzed (separately) according to the “method step by step” for the deformed and undeformed structure of soil and road embankment. Numerical calculations were carried out with program Plaxis 3D Tunnel, based on the finite element method – FEM.

Initially we analysed stress, strain and time course of consolidation of the embankment with integrated carbon geomembrane in the area of the foundation using undeformed model – without taking into account the theory of large deformation. Further we analysed possibilities of constructing 5.0 m high road embankment without integrated carbon geomembrane using deformed model – the theory of large deformation. In last phase we checked the effect of taking into account the actual deformation of the structure.

If it is expected that will deformations of the structure significantly affect on the geometry of the considered structure, it is necessary to include the theory of large deformation. The advantage of taking into account mentioned theory is that is the finite element mesh updated continuously at each computational step. [1]

### *Results, analysis and conclusions*

The results of the numerical analysis are shown in Table2 and Table3. Based on the given results for the first phase of the calculations using deformed and undeformed model of reinforced embankment without taking additional fill on the crown of the embankment into account, it can be superficially concluded that are the numerical analysis by considering undeformed elasto-plastic model of soil definitely on “safe side”. We notice that stress-strain analysis and related analysis of the hydrodynamic consolidation resulting the collapse of the system at the embankment height of 4.3 m. Simultaneously numerical analysis on the deformed elasto-plastic numerical model allows calculation of the entire embankment – height of 5.0 m, without collapse of the structure.

**Table2. Comparison of the results of numerical analysis of unreinforced embankment**

Model	Undeformed	Deformed	Deformed
Impacts of dam	without additional fill	without additional fill	with extra fill
Pore overpressure after 35 days	$u_{\max} = - 73.95 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 72.28 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 77.86 \text{ kPa}$
Pore overpressure after 180 days	$u_{\max} = - 24.81 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 22.04 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 23.11 \text{ kPa}$
Pore overpressure after 360 days	$u_{\max} = - 6.94 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 5.604 \text{ kPa}$	$u_{\max} = - 5.64 \text{ kPa}$
Settlements after 35	$U_{v,\max} = - 32.23 \text{ cm}$	$U_{v,\max} = - 29.88 \text{ cm}$	$U_{v,\max} = - 32.30 \text{ cm}$

days			
Settlements after 180 days	$U_{y,max} = - 43.67 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 40.58 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 43.95 \text{ cm}$
Settlements after 360 days	$U_{y,max} = - 47.33 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 43.69 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 47.27 \text{ cm}$
Tensile force after 35 days	$N_{max} = 220.45 \text{ kN/m'}$	$N_{max} = 202.81 \text{ kN/m'}$	$N_{max} = 223.85 \text{ kN/m'}$
Tensile force after 180 days	$N_{max} = 214.03 \text{ N/m'}$	$N_{max} = 197.01 \text{ kN/m'}$	$N_{max} = 217.63 \text{ kN/m'}$

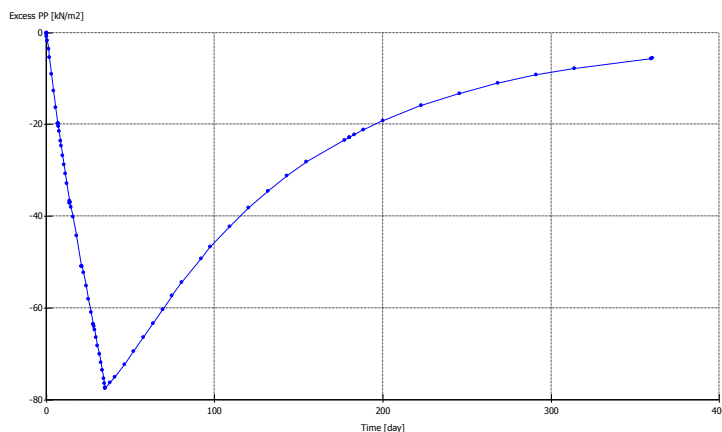
**Table3. Comparison of some of the results of unreinforced embankment**

Elasto-plastic model	Undeformed model	Deformed model
Settlements of embankment 4.0 m of height in 28 days	$U_{y,max} = - 74.51 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 30.45 \text{ cm}$
Settlements of embankment 4.3 m of height in 31 days	$U_{y,max} = - 3300 \text{ cm}$	$U_{y,max} = - 33.65 \text{ cm}$
Settlements of embankment 5.0 m of height in 35 days	It can't be build	$U_{y,max} = - 75.61 \text{ cm}$

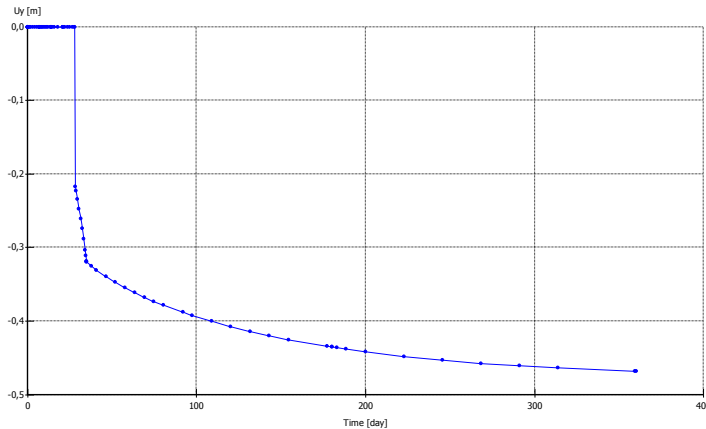
Tensile stresses of carbon geomembrane in the analysis on the deformed model (without included additional fill),  $N_{max} = 202.81 \text{ kN/m'}$  are slightly smaller compared to the tensile stresses occurring in the case of using undeformed model,  $N_{max} = 220.45 \text{ kN/m'}$ . The maximum tensile strength of carbon geomembrane is  $N_{max} = 305 \text{ kN/m'}$ . We come to the similar conclusion in superficial assessment of the calculated settlements, which are smaller in the analysis on the deformed model without included additional fill. In a detailed and thorough evaluation of both, material and geometrical non-linear models, we also have to take into account the non-linearity of loading. Due to activated settlements during the construction we have to (to achieve comparability of the results) build higher embankment at using the deformed model so that its height equal to the height of the embankment calculated on undeformed elasto-plastic model.

That we achieve comparability state after 35 days from the beginning of the construction we have to include the additional fill of stone material on the embankment. On the outer edge we have to take into account 0.24 m, 3.0 m from the edge 0.3 m and in the axis of the crown of the embankment (Figure 3) 0.32 m of the additional material. After this measure the pore overpressure of constructed road embankment, height of 5.0 m reaches value  $u_{max} = - 77.86 \text{ kPa}$ . This represents a higher value compared to undeformed model.

The main part of the hydrodynamic consolidation and related consolidation settlements will be completed approximately one year from the beginning of construction of the embankment. At that time the value of water overpressure decline to  $u = - 5.64 \text{ kPa}$  at the bottom of the clay layer (Figure 2).



**Figure 2. Consolidation water pore pressures at the bottom of the clay layer over a period of one year from the beginning of the construction of the embankment – deformed model with included additional fill**



**Figure 3. Time progress of subsidence of the embankment in the axis of the crown of the embankment during the first year**

Settlements of the crown of the embankment upon completion of the construction are approximately the same as the additional fill, determined on the base of previous analyses on the deformed elasto-plastic model. The height of the embankment will be  $H = 5.0$  m on the entire surface. One year after completion of construction it will be the actual height of the embankment in its axis  $H = 5.32 - 0.47 = 4.85$  m and in the edge  $H = 5.24 - 0.39 = 4.85$  m.

The results of the stress-strain ratio and consolidation process gained from the numerical analysis on the deformed and undeformed elasto-plastic model of reinforced embankment give comparable results only if we consider the impact of the actual deformation of the structure. Otherwise the favourable results only mislead the designer and may result in unreliable planning of project solutions.

A surprise for an layperson mean results of the consolidation analysis of the unreinforced embankment which is in the case of using undeformed model in the selected model unimpossible to be constructed, because it collapse since the computational displacement reach the value of  $U_{y,max} = -30$  m at the constructed embankment of height  $H = 4.3$  m. The calculations on the deformed model indicate that the embankment could be built but its settlements reaches value of  $U_{y,max} = -75$  cm. Both arguments are equivalent, because at the calculated settlements (deformed model) would be the height of the embankment only 4.25 m and so the embankment of the height of 5.0 m still wouldn't be built. If we use a deformed model of load for the embankment, the results of analyses on the deformed and undeformed model are comparable and useful in geotechnical practice.

Regardless of the complexity of the calculations per deformed elasto-plastic model and the actual pitfalls in the use that may confuse less experienced designers we estimate that is the use of the deformed elasto-plastic models in geotechnical practice necessary and desirable whenever are the considered geotechnical structures (at a critical stage of construction) close to the limit states, since they provide more reliable results.

In accordance with existing legislation EN 1997 - 1, we further analysed ULS with project approach DDA 3 through the use of existing partial factors of impacts and material properties prescribed by the applicable European standard. For the verification of ULS of the embankment reinforced with carbon geomembrane, we used additional partial coefficient  $\gamma_R = 1.35$  to reduce the characteristic tensile strength of used carbon geomembrane. We checked the global stability ie value of the partial coefficient that still allows establishment of the balance of the constructed embankment after 35 days of building, when are in the soil established the largest values of pore overpressures and are stability conditions (our opinion) the most critical. We checked ULS on undeformed model of soils, cause it gives us more reliable results. In case of application of the deformed model does the embankment uncontrolled sitting around with the simultaneously lifting of the ground in front of the embankment. Consequently, the coefficient can reach a very high value. The results of such a computational analyzes confirm the usefulness of the reinforcement of the foundation ground with the carbon geomembrane. The factor of safety does from the value of  $FS = 0.96$ , in case of non-reinforced soil where it consequently collapse, increase to the value of  $FS = 1.5$ , in case of reinforced soil ie. using of the carbon geomembrane.

## REFERENCES

- [1] *Plaxis 3D Reference manual*, <http://www.plaxis.nl/files/files/3D2013-2-Reference.pdf>
- [2] *Technical Data Sheet of MAPEI MAPEWRAP-C-BI-AX*, <http://www.mapei.com/AE-EN/Products-for-Building/Carbon-and-glass-fibre-structural-reinforcement/MAPEWRAP-C-BI-AX>
- [3] *Carbon Fibre As A Recent Material Use In Construction*, <http://www.engineeringcivil.com/carbon-fibre-as-a-recent->



**Key Words:** *carbon geomembrane, embankment, theory of large deformation, reinforcement of poor load-bearing capacity soils*

# FARKLI SINIF ÇİMENTO HARCİ ÜRETİMİNDE METAKAOLİN KATKISI KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Gökhan GÖRHAN<sup>1</sup>, Gökhan KÜRKLÜ<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, AFYONKARAHİSAR

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, AFYONKARAHİSAR,

Presenter's e-mail address: ggorhan@aku.edu.tr

Bu çalışmada, metakaolin ikameli ve farklı dayanım sınıfına ait portland çimentolu harçların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Harç örneklerinin üretiminde; CEM II/B-M 32.5 R (A çimentosu) ve CEM I 42.5 R (B çimentosu) olmak üzere iki farklı portland çimentosu kullanılmıştır. Çimentoya ikame edilecek olan metakaolin ise, laboratuvar şartlarında ve kaolin kilinin beş farklı sıcaklıkta (600, 700, 800, 900 ve 1000 °C) sinterlenmesi sonucunda elde edilmiştir. Sinterlenen metakaolin örneklerine 7 günlük puzolanik aktivite deneyleri yapılmış ve en yüksek puzolanik aktivite indeksi, 900 °C'de sinterlenen örneklerde elde edilmiştir. Ardından hazırlanan karışımlarda çimentoya, 900 °C'de sinterlenen metakaolin malzemesi % 10 ve % 20 oranlarında ikame edilmiş ve referans çimento harçları ile kıyaslanmıştır. Harç üretiminde standart kum kullanılmış olup örnekler, TS EN 196-1 nolu standarda göre ve 40 x 40 x 160 mm'lik metal harç kalıplarına vibrasyon yöntemiyle yerleştirilmiştir. Daha sonra örnekler 7 ve 28 günlük su kuru uygulanmıştır. Kür işlemi tamamlanan örnekler; su emme, porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk gibi fiziksel testler ile eğilme dayanımı ve basınç dayanımı gibi mekanik testler yapılmıştır. Bununla birlikte örneklerin ultrases değerleri de belirlenerek çimento harcı üretiminde kullanılan metakaolin katkısının örnekler üzerinde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır. Sonuç olarak, A çimentosu ile % 20 MK ve B çimentosu ile % 10 MK malzemelerinin bir arada kullanılması durumunda örneklerden en yüksek basınç dayanım değerleri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çimento, metakaolin, standart kum, sinterleme, kaolin.

## 1. GİRİŞ

Çimento harcı üretiminde kullanılan puzolanlardan biri de metakaolindir. Metakaolin (MK), kaolin kilinin belirli sıcaklıklarda sinterlenmesi sonucu oluşan yapay bir puzolandır. Kaolin, esasen bir kil mineralidir ve sahip olduğu kristal yapısı nedeniyle kaolenit grubu içerisinde yer alır. Kaolin ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ), kil mineralleri sınıflandırmasında bir grup kil minerali ismidir. Bu grupta kaolinit'in dışında; dikit, nakrit ve halloisid gibi mineraller bulunmaktadır. Oluşum itibarıyla, feldspat içeren granitik veya volkanik kayaların feldspatlarının altere olarak kaolinit mineraline dönüşmesi sonucu kaolinler oluşmaktadır. Ana kayaç içindeki alkali ve toprak alkali iyonların, çözünür tuzlar şeklinde ortamdan uzaklaşması sonucu  $Al_2O_3$  içerikli, sulu ve silikatça zenginleşen kayaç kaoliniti oluşturur [1].

Çimento üretimlerinde MK gibi puzolanlar çok sık kullanılmaktadır. Katkı malzemesi olarak kullanılarak puzolanlar elde edildikleri kaynaklara göre doğal veya yapay puzolan olarak adlandırılırlar. Doğal puzolanlar silisli ve alüminli bileşiklerle zengindir. Puzolanlar için silisli ve alüminli minerallerin türü ve miktarı puzolanik aktivite üzerinde önemli rol oynamaktadır [2]. Puzolanik aktivite, çimentolu üretimlerde kalsiyum hidroksit ve puzolandaki alüminosilikatlar arasındaki reaksiyonun hızı ve kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Bununla birlikte; puzolanın " $SiO_2 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$ " içeriği, amorf faz durumu ve malzemenin inceliği puzolanik aktiviteyi etkilemektedir [3].

Son yıllarda yüksek dayanımlı betonların ve harçların üretiminde başta olmak üzere birçok farklı uygulamalarda metakaolin kullanılmaktadır. Metakaolin ( $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ), saflaştırılmış kaolin kilinin 650–800 °C arasındaki sıcaklıklarda sinterlenmesi sonucu elde edilen ve genellikle beyaz renkte olan bir üründür. Kaolin kili 200°C'de ısıtıldığında adsorbe suyunu kaybederken, 500-600°C ısıtmada kimyasal bağ suyunu kaybederek MK'e, 1000 °C ısıtmada ise mullit ve kristobalite dönüşmektedir. Uygulanan bu sinterleme işlemi sonucunda MK bünyesindeki

kristal yapılarda bozulma gerçekleşerek amorf yapılı ve yüksek puzolanik özellikli bir yapıya kavuşur. MK yapısında bulunan yüksek oranlı silis ve alümin ile birlikte çimento hidrasyonu sonucu ortaya çıkan  $\text{Ca(OH)}_2$  ile reaksiyona girerek yeni C-S-H yapıları oluşturur. Bu ürünler sayesinde beton veya harçlarda mekanik özelliklerde artışlar görülür [4, 5].

Literatürde konu ile ilgili yapılmış çalışmalara göre; Caldarone vd. (1994) su/bağlacı oranı 0.40 olan karışımlarda MK malzemesini % 5 ve % 10 oranlarında kullanmış ve sonuç olarak % 5 MK katkılı örneklerde 78.3 MPa basınç dayanım değerleri elde etmiştir. Curcio vd. (1998) yaptıkları çalışmada ise su/bağlayıcı oranı 0.33 olan harçlar üretmiştir. Elde edilen verilere göre erken yaşlarda MK katkılı harçların dayanım kazanma hızının yüksek olduğu belirtilmiştir. MK katkılı harçların erken dayanım kazanmasında  $\text{Al}_v$  ve  $\text{Al}_v$  olmak üzere iki farklı  $\text{Al}_2\text{O}_3$  içeriği olmasına bağlanmış ve alümina içeren fazların oluşumunun (özellikle  $\text{C}_2\text{ASH}_8$ ) erken dayanımı arttırdığı belirtilmiştir. Qian ve Li (2001), % 0, 5, 10 ve % 15 MK içerikli betonlar hazırlamıştır. Betonlarda kullanılan MK katkı oranlarının artmasıyla çekme ve eğilme dayanımlarının arttığını belirtmiştir. Courard vd. (2003) çalışmalarında çimentoya % 5 – 20 aralığında MK katkısı yapmıştır. MK katkılı örneklerin eğilme dayanımlarının 7. günde referans örneklerle benzer değerler verdiği, 14 ve 28 günlük örneklerde ise MK katkılı örneklerin daha yüksek eğilme dayanım değerleri olduğunu belirtmiştir [5].

Yapılan bu çalışmada ise literatürden farklı olarak kaolin kili laboratuvar koşullarında farklı sıcaklıklarda kalsine edilmiştir. Ardından kısa dönem içinde en yüksek reaktivite gösteren sinterleme sıcaklığı baz alınmış ve elde edilen MK malzemesinin iki tip çimentoya ikame edilmesi durumunda örneklerde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kullanılan Malzemeler

Örneklerin üretiminde CEM II/B-M (P-LL) 32.5 R (A çimentosu) ve CEM I 42.5 R (B çimentosu) tipi olmak üzere iki farklı sınıf çimento kullanılmıştır. Çimentoya ikame edilen metakaolin (MK) ise Türkiye’de bulunan özel işletmeli bir seramik fabrikasından elde edilen kaolin kilinin laboratuvar koşullarında sinterlenmesi sonucu elde edilmiştir. Harçların üretiminde çimento ve MK malzemelerine ek olarak TS EN 196-1’e [6] uygun standart kum ve içme suyu kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan malzemelerin literatürde bulunan kimyasal özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Kullanılan malzemelerin kimyasal (XRF) kompozisyonu.

Oksit (%)	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	$\text{CaO}$	K.K.
CEM II/B-M 32.5 R [7]	19.4	4.85	3.12	1.89	0.29	0.73	2.56	54.22	12.35
CEM I 42.5 R [4]	19.70	5.39	2.64	1.42	0.26	0.84	3.25	62.56	3.55
Kaolin [8]	51.3	32.6	1.1	0.3	0.2	0.3	-	0.1	13.0
Metakaolin [9]	51.8	45.8	0.35	0.03	0.13	0.06	-	0.01	0.91

### 2.2. Kaolin Malzemesine Uygulanan Analizler

Kaolinin iç yapısında bulunan fazların tespiti amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde XRD analizi, Bruker marka D8 Advance cihazında yapılırken, kaolinin termal davranışlarının belirlenmesi amacıyla da aynı merkezde DTA-TG analizleri yapılmıştır. DTA/TG analizlerinde örnekler hava ortamında ve 5 °C/dak. pişirme hızında deneye tabi tutulmuşlardır.

### 2.3. Puzolanik Aktivite Deneyleleri

Çimento harcı üretiminde kullanılacak olan metakaolin malzemesinin en iyi puzolanik aktivite göstereceği sinterleme sıcaklığının belirlenmesi amacıyla, kaolin kili ağırlıkça % 20 oranında su ile hobart mikserde karıştırılmış ve 5 cm çapındaki silindir metal kalıp yardımıyla kaolin kili elle şekillendirilmiştir. Şekillendirilen

kaolin kili örnekleri 2.5 °C/dk. pişirme hızında 600-700-800-900 ve 1000 °C’de olmak üzere beş farklı sıcaklıkta ve son sıcaklıklarda bir saat süre ile laboratuvar tipi fırında kalsine edilerek metakaoline dönüştürülmüştür. Daha sonra metakaolin malzemeleri yine laboratuvar tipi bilyeli değirmende tane boyutu maksimum 250 µm oluncaya kadar öğütülmüştür.

Puzolanik aktivite deneylerinde ASTM C 618 [10] nolu standarda göre örnekler hazırlanmıştır. Bağlayıcı malzeme olarak Afyon çimento fabrikası tarafından üretilen CEM I 42.5 R tipi çimento, dolgu malzemesi olarak Limak çimento fabrikası tarafından üretilen standart kum (silis kumu) kullanılmıştır. Harçların hazırlanması sırasında beş farklı sıcaklıkta kalsine edilen metakaolin örnekleri ayrı ayrı deneylerde kullanılmış ve en iyi puzolanik aktivite özellikleri gösteren metakaolin örneklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Örneklerin puzolanik aktivitelerinin belirlenmesinde 7 günlük örnekler kullanılmıştır. Puzolanik aktivite deneylerinde kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Puzolanik aktivite deneylerinde kullanılan malzemeler.

Numune	Çimento (gr)	Kum (gr)	Metakaolin (MK) (gr)	MK sinterleme sıcaklığı (°C)	Su (gr)
Referans	500	1375	-	-	242
600	400	1375	100	600	257
700	400	1375	100	700	257
800	400	1375	100	800	257
900	400	1375	100	900	257
1000	400	1375	100	1000	257

## 2.4. Örneklerin Hazırlanması

MK ikameli çimento harç örnekleri TS EN 196-1 [6] nolu standarda göre Tablo 3’de verilen reçeteye göre 40 x 40 x 160 mm’lik metal harç kalıplarına vibrasyon yöntemiyle yerleştirilmiştir. Bir gün sonra kalıplardan alınan harç örneklerine ilgili testlerin yapılacağı günlere kadar 7 ve 28 günlük su kürü uygulanmıştır.

Tablo 3. Hazırlanan örnekler ve karışım oranları.

Harç Grubu	Numune	Çimento (32.5 R) (gr)	Çimento (42.5 R) (gr)	Kum (gr)	Metakaolin (MK) (gr)	Su (gr)	Kür Süresi (gün)
RA7	Referans	450	-	1350	-	225	7
RB7	Referans	-	450	1350	-	225	7
RA28	Referans	450	-	1350	-	225	28
RB28	Referans	-	450	1350	-	225	28
10MKA7	% 10 MK	405	-	1350	45	230	7
20MKA7	% 20 MK	360	-	1350	90	235	7
10MKB7	% 10 MK	-	405	1350	45	230	7
20MKB7	% 20 MK	-	360	1350	90	235	7
10MKA28	% 10 MK	405	-	1350	45	230	28
20MKA28	% 20 MK	360	-	1350	90	235	28
10MKB28	% 10 MK	-	405	1350	45	230	28
20MKB28	% 20 MK	-	360	1350	90	235	28

## 2.5. Uygulanan Testler

Kür işlemi tamamlanan örneklerin fiziksel özellikleri Arşimet prensibine göre belirlenerek; su emme, görünen porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk değerleri belirlenmiştir. Örneklerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi sırasında; örnekler su tankından alınarak, su içerisinde asılı ağırlıkları ( $W_2$ ) ve suya doygun yüzey kuru ağırlıkları ( $W_3$ ) belirlenecektir. Ardından ilgili örnekler etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulacaktır ( $W_1$ ). Bu değerler yardımıyla örneklerin görünen porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk değerleri TS EN 772-4’e [11] göre su emme değerleri ise TS EN 771-1’e [12] göre ve aşağıda verilen

eşitlikler yardımıyla (Eşitlik 1 – 4) hesaplanmıştır. Daha sonra örneklerin ultrases geçiş süreleri ölçülmüş ve ardından eğilme ve basınç mukavemeti deneyleri TS EN 196-1'e [6] göre yürütülmüştür.

$$\text{Görünen porozite (\%)} = \left( \frac{W_3 - W_1}{W_3 - W_2} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Birim hacim ağırlık (kg/m}^3\text{)} = \left( \frac{W_1}{W_3 - W_2} \right) \quad (2)$$

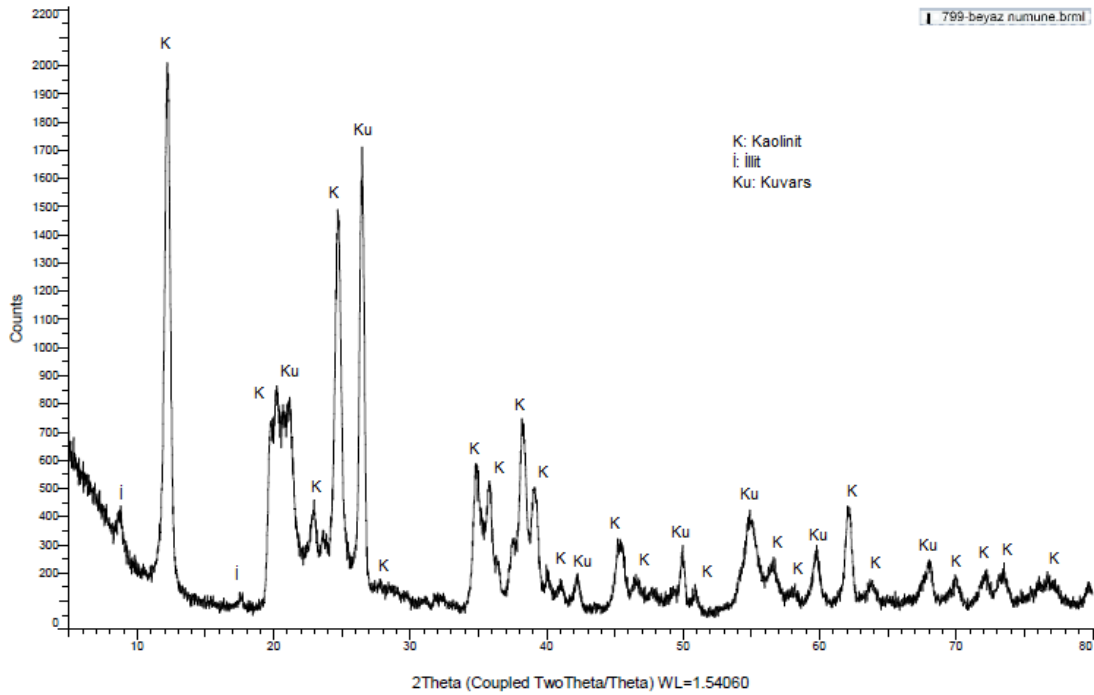
$$\text{Görünür yoğunluk (kg/m}^3\text{)} = \left( \frac{W_1}{W_1 - W_2} \right) \quad (3)$$

$$\text{Su emme (\%)} = \left( \frac{W_3 - W_1}{W_3} \right) \times 100 \quad (4)$$

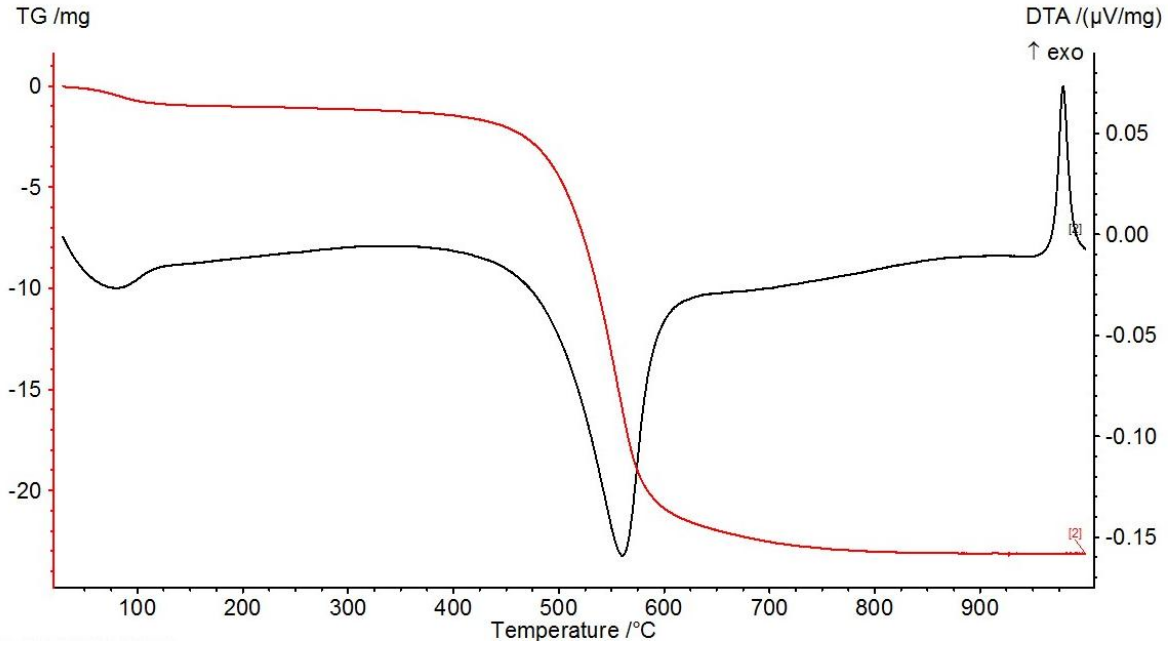
### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Kaoline ait XRD ve DTA/TG Analizleri

Kaolin malzemesine ait XRD analizinden elde edilen verilere göre kaolinde; kuvars, kaolinit ve illit gibi minerallerin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kaolin malzemesine ait XRD grafiği.

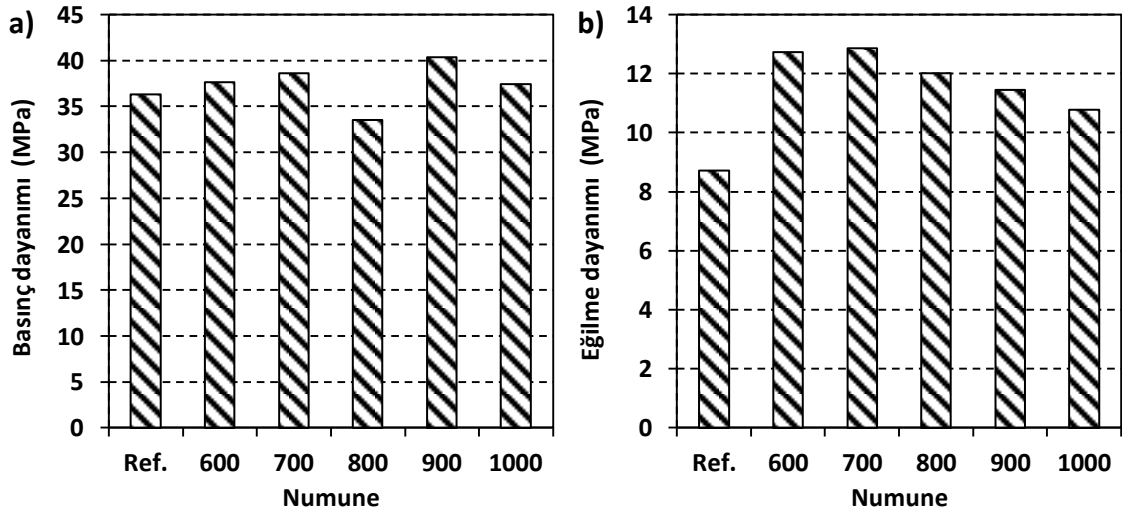


Şekil 2. Kaolin malzemesine ait DTA/TG grafiği.

Kaolin malzemesinin termal davranışlarının belirlenebilmesi amacıyla, kaolin örneğine DTA-TG analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler Şekil 2’de gösterilmiştir. Verilen grafikte görüldüğü üzere kaolin kili termodinamik olarak 567 °C’de endotermik pik göstererek metakaoline dönüşüm yapmıştır. DTA verilerine göre, 978 °C’de ise ekzotermik pik oluşumu gözlenmiş ve bu sıcaklıktan sonra malzemede kristal yapıların artacağı düşünülmektedir. TG analiz verileri incelendiğinde ise kaolin kilinin 900 °C’de ki kızdırma kaybı değerinin % 11.52 olduğu belirlenmiştir.

### 3.2. Puzolanik Aktivite Deneyleleri

Puzolanik aktivite deneylerinden elde edilen veriler Şekil 3’de gösterilmiştir. En ideal sinterleme sıcaklığının belirlenmesinde basınç dayanım değerleri baz alınmıştır. Bununla birlikte bir başka mekanik özelliklerden olan eğilme dayanımı değerleri de yine Şekil 3 (b)’de gösterilmiştir. Grafiklerde de görüldüğü üzere MK katkılı harç örneklerinin büyük çoğunluğunda (800 °C hariç) referans örneklerine göre daha yüksek basınç dayanım değerleri elde edilmiştir. En yüksek basınç dayanım değerleri, 900 °C’de kalsine edilen MK katkılı örneklerde 40.4 MPa (Şekil 3a) olarak elde edilirken, aynı örneklerin eğilme dayanımları 11.5 MPa (Şekil 3b) olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla bu aşamadan sonra çimentoya ikame edilecek MK malzemesine uygulanacak olan sinterleme sıcaklığının 900 °C olmasına karar verilmiştir.

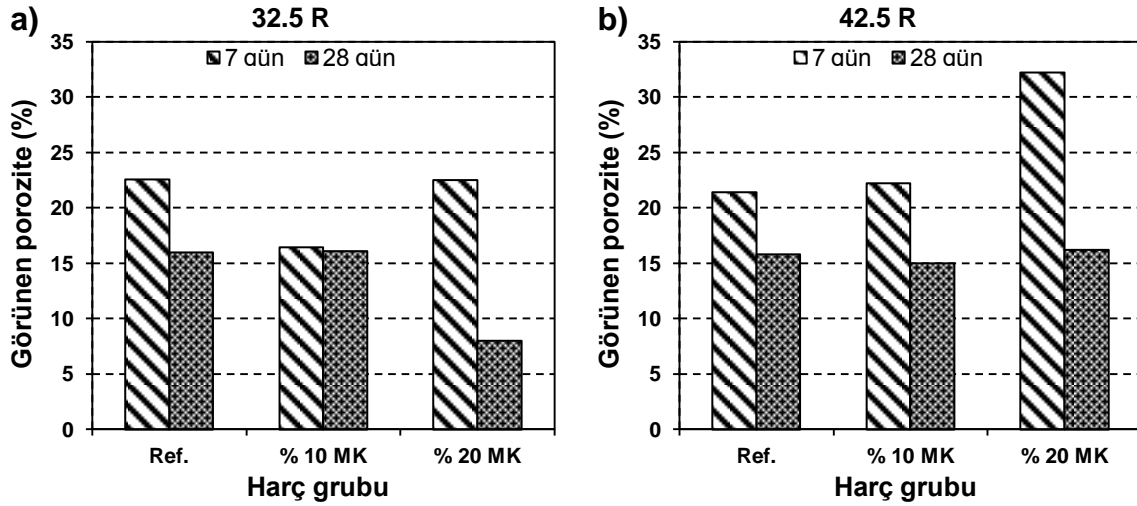


Şekil 3. Puzolanik aktivite deneyinde kullanılan harçların mekanik özellikleri.

### 3.3. Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

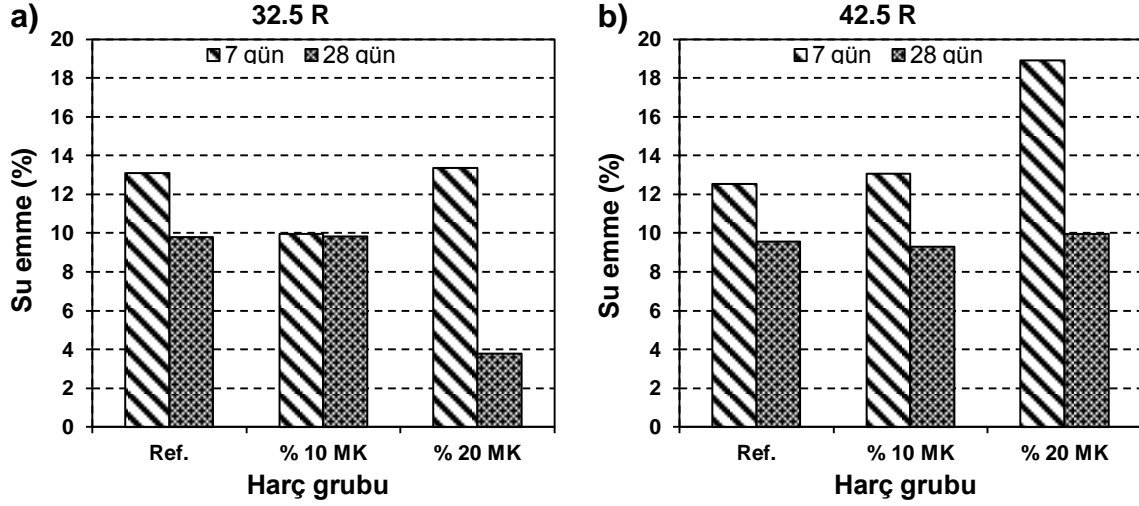
Çalışmada üretilen harçlardan elde edilen veriler bu bölümde sunulmuştur. Örneklerin fiziksel özelliklerinden olan görünen porozite oranları Şekil 4’de gösterilmiştir. Görünen porozite oranları incelendiğinde örneklere uygulanan kür süresinin uzaması ile porozite oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Kür süresinin artması ile birlikte çimento bünyesinde daha fazla C-S-H ürünü oluşması beklendiğinden dolayı harçların porozite oranlarının düşmesi normal karşılanmalıdır. MK ikameli harçlarda, B çimentosu kullanılması durumunda ise daha yüksek porozite oranlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir. Referans harçlarında ise B çimentosu kullanılan örneklerde görünen porozite bir miktar azalmıştır (Şekil 4b).

10MKA7 ve 10MKA28 kodlu harçlarda birbirine yakın porozite oranları elde edilirken, diğer tüm örneklerde 28 günlük kür uygulaması harçların porozite değerlerini azaltmıştır (Şekil 4a). Örnek grupları içerisinde 7 gün kür uygulanan MK ikameli harçlarda kür süresinin artması ile porozite oranları artarken; A çimentolu 28 günlük harçlarda MK katkısı arttıkça porozite azalmış, B çimentolu harçlarda ise katkı oranı arttıkça porozite oranları artmıştır. En yüksek porozite oranları % 32.3 ile 20MKB7 örneklerinden elde edilirken, en düşük porozite oranları % 8 ile 20MKA28 örneklerinden elde edilmiştir.



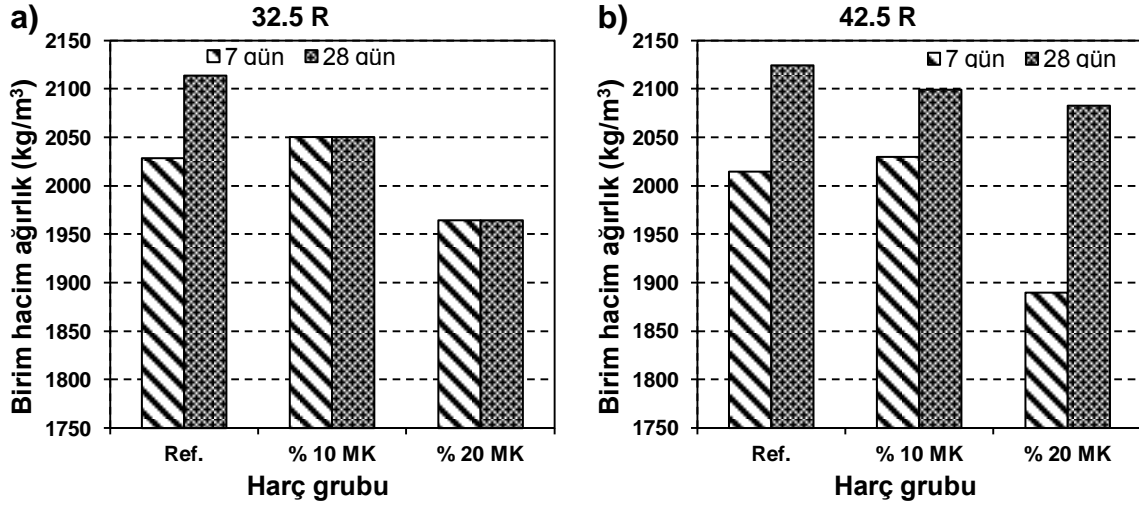
Şekil 4. Harçların görünen porozite oranları.

Çimento harçlarının su emme oranları Şekil 5’de gösterilmiştir. Grafiklerde de görüleceği üzere su emme oranları, görünen porozite oranlarından elde edilen verilerle benzer eğilimler göstermiştir. En fazla su emme oranları % 18.9 ile 20MKB7 örneklerinden elde edilirken, en düşük su emme oranları % 3.8 ile 20MKA28 örneklerinden elde edilmiştir.



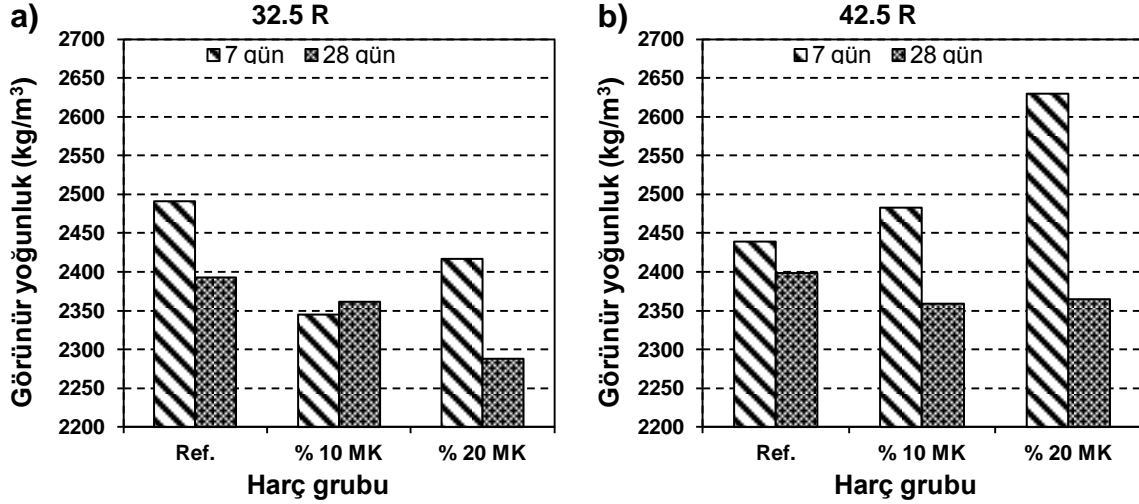
Şekil 5. Harçların görünen su emme oranları.

Çimento harçlarının yoğunluk değerleri Şekil 6 ve Şekil 7’de gösterilmiştir. Örneklere uygulanan kür süresinin artması ile birlikte bünyede reaksiyon ürünlerinin artmasından dolayı harçların birim hacim ağırlıklarının arttığı belirlenmiştir. A çimentosu ile üretilen harçlardan  $2113.7 \text{ kg/m}^3$  ile en yüksek birim hacim ağırlıklar RA28 örneklerinden elde edilirken; B çimentosu ile üretilen harçlarda  $2124.1 \text{ kg/m}^3$  ile en yüksek birim hacim ağırlıklar RB28 örneklerinden elde edilmiştir. MK katkılı örneklerde ise her iki tip çimento sınıfında da % 10 MK katkılı örneklerin daha yüksek yoğunluk değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Harçların birim hacim ağırlık değerleri.

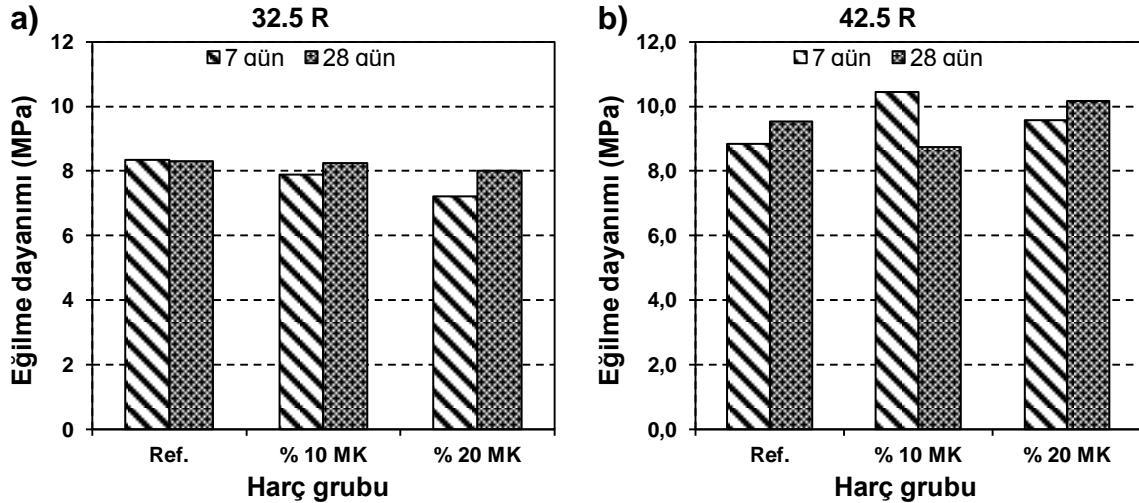




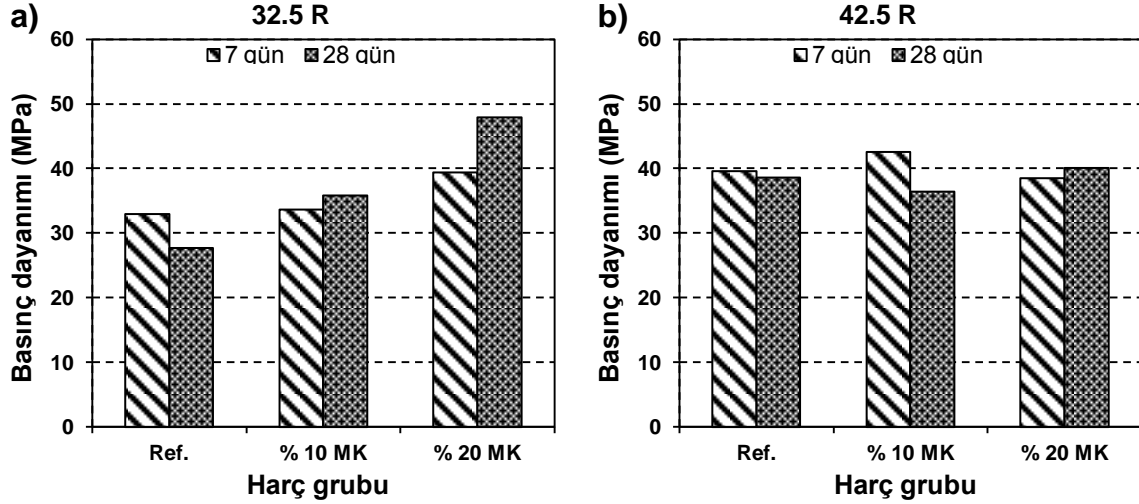
Şekil 7. Harçların görünür yoğunluk değerleri.

MK katkılı örneklerde kullanılan çimentonun yüksek dayanımlı olması durumunda, örneklerin görünür yoğunları daha yüksek seviyelerdedir. Dolayısıyla harç üretiminde B çimentosunun kullanılması durumunda, MK katkılı harçların referans örneklerden daha yüksek görünür yoğunluk değerlerine sahip oldukları gözlenmiştir (Şekil 7). Harçlara uygulanan kür süresinin arttırılması örneklerin görünür porozitesini azaltmış, dolayısıyla porozitesi azalan örneklerin birim hacim ağırlıkları artmıştır. Görünür yoğunluk değerlerinde ise uzayan kür süresi ile birlikte yoğunluk değerlerinin azaldığı görülmüştür. Örnek bünyesinde porozite oranının azalmasına rağmen görünür yoğunluk değerlerindeki bu düşüşlerin bünyede bulunan MK katkısının yüksek oranda reaksiyonlar gerçekleştiremediği ve bu nedenle yoğunluk değerlerinin daha düşük oranlarda kaldığı tahmin edilmektedir.

A çimentosunun kullanıldığı harçlarda karışımlara eklenen MK katkısı örneklerin eğilme dayanımlarında düşüşlere neden olmuştur (Şekil 8a). B çimentosunun kullanıldığı örneklerde ise eğilme dayanımı değerlerine MK katkısının etkisi net değildir ve değişkendir (Şekil 8b).



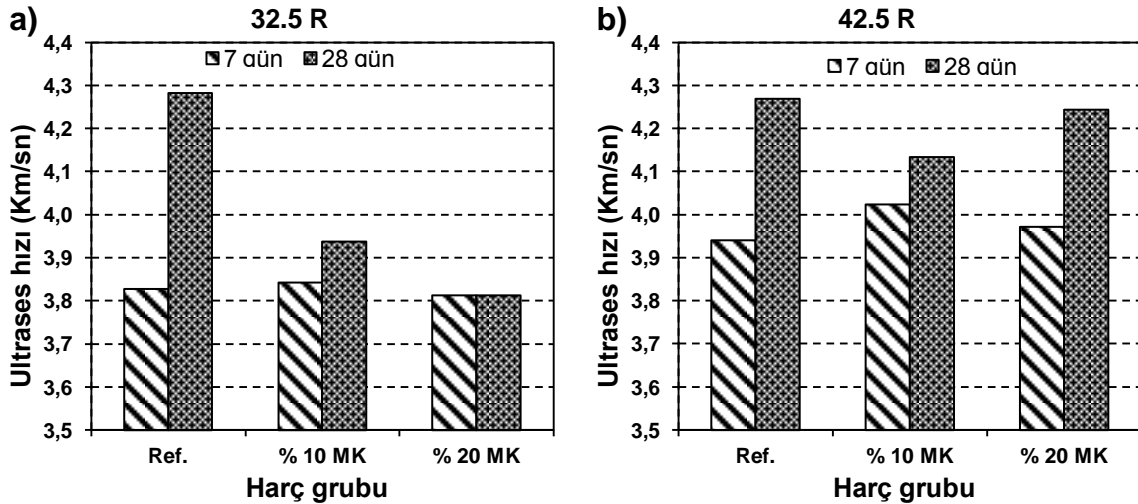
Şekil 8. Harçların eğilme dayanımı değerleri.



Şekil 9. Harçların basınç dayanımı değerleri.

A çimentolu örneklerde, harçların basınç dayanımları MK katkı oranının ve kür süresinin artması ile birlikte artarken, referans örneklerde en düşük basınç dayanım değerleri elde edilmiştir (Şekil 9a). 7 günlük B çimentolu örneklerde % 10 MK katkıli harçlarda, 28 günlük örneklerde ise % 20 MK katkıli örneklerde en yüksek basınç dayanım değerleri elde edilmiştir. Basınç dayanım değerleri bir arada değerlendirildiğinde; A çimentosu ile % 20 MK ve B çimentosu ile % 10 MK malzemeleri bir arada kullanıldığında en yüksek basınç dayanım değerleri sırasıyla 47.9 MPa ile 20MKA28 ve 42.6 MPa ile 10MKB7 örneklerinden elde edilmiştir (Şekil 9a ve Şekil 9b). Daha önceden yapılan çalışmalarda da çimento ağırlıkça % 10 - % 20 oranlarında MK ikamesinin basınç dayanımları arttırdığı [13], bununla birlikte MK ile üretilen harç ve betonlarda özellikle ilk 14 gün içinde mekanik özelliklerin daha etkili bir şekilde artışlar gösterdiği belirtilmiştir [4].

Çimento harçlarında bulunan MK katkısının ultrases değerlerini etkilediği ve B çimentolu örneklerde MK katkısının artması ile birlikte örneklerin ultrases hızı değerlerinin arttığı belirlenmiştir. A çimentolu örneklerde ise MK katkı oranındaki artışların ultrases değerlerini düşürdüğü tespit edilmiştir. 7 günlük örneklerde % 10 MK katkıli harçlarda en yüksek değerler elde edilirken, 28 günlük harçlarda en yüksek değerler referans örneklerden elde edilmiştir (Şekil 10a ve Şekil 10b).



Şekil 10. Harçların ultrases hızı değerleri.

#### 4. SONUÇLAR

Harç örneklerinden elde edilen verilere göre; MK ikameli harçlarda B çimentosu kullanılması durumunda A

çimentolu harçlara göre daha yüksek porozite oranlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bununla birlikte örneklerle uygulanan kür süresinin artması ile birim hacim ağırlıklar artmıştır. MK katkılı örneklerde her iki tip çimento sınıfında da % 10 MK katkılı örnekler daha yüksek yoğunluk değerlerine sahiptir. A çimentosunun kullanıldığı harçlarda MK katkısı eğilme dayanımlarını düşürürken; B çimentosunun kullanıldığı örneklerde eğilme dayanımına MK katkısının etkisi net değildir. A çimentosu ile % 20 MK ve B çimentosu ile % 10 MK malzemelerinin bir arada kullanılması durumunda örneklerden en yüksek basınç dayanım değerleri elde edilmiştir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (AKÜ BAPK Proje No: 14.HIZ.DES.69) teşekkür eder.

## KAYNAKLAR

- [1] Başpınar, E., Kuşçu, M., “Karaçayır (Uşak) Kaolen Yatağı Kaolen Üretim Yöntemi”, SDUGEO E-dergi, 27- 35, (<http://edergi.sdu.edu.tr/index.php/sduggeo/article/viewFile/3122/2715>), 15.11.2014.
- [2] Türkmenoğlu, A. G., Tankut, A., “Use of Tuffs From Central Turkey as Admixture in Puzzolanic Cements”, Cement and Concrete Research, 32 (4), 629-637, 2002.
- [3] Meral Ç., “Use of Perlite as A Puzzolanic Addition in Blended Cement Production”, M.E.T.U., Thesis of Master of Science, 2004.
- [4] Yazıcı Ş., Anuk D., Arel H. Ş., “Metakaolin Kullanımının Harçların Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi”, S. Ü. Müh. Fak. Derg., 25 (2), 13-24, 2010.
- [5] Akçay B., Peker Ö., Şengül C., Taşdemir M. A., “Metakaolin İçeren Betonun Kırılma Davranışı”, Beton Kongresi, İstanbul, 424-435, 2013.
- [6] TS EN 196-1. Çimento Deney Metotları- Bölüm 1: Dayanım (Methods of testing cement – Part 1: Determination of strength) 2002. TSE, Ankara – Turkey.
- [7] Kılınç, C., Satılmış, S., Akakin, T., “Farklı Oranlarda Mineral Katkı ve Agreganın Alkali Silika Reaksiyonu Üzerine Etkisi”, ([http://www.thbb.org/Files/File/\[501-510\].pdf](http://www.thbb.org/Files/File/[501-510].pdf)), 13.03.2015.
- [8] Jaarsveld J.G.S, Deventer J.S.J.,Lukey G.C, “The effect of composition and temperature on the properties of fly ash- and kaolinite-based geopolymers”, Chemical Engineering Journal, 89 (1–3), 63–73, 2002.
- [9] Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Mermerdaş, K., “Improving strength, drying shrinkage, and pore structure of concrete using metakaolin”, Materials and Structures, 41, 937–949, 2008.
- [10] ASTM C 618. Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete. Annual Book of ASTM Standart, No. 04.02, 2000.
- [11] TS EN 772-4. Kagir Birimler, deney metotları – Bölüm 4: Tabii taskâgir birimlerin toplam ve görünen porozitesi ile bosluksuz ve bosluklu birim hacim kütlelerinin tayini (Methods of test for masonry units – Part 4: Determination of real and bulk density and of total and open porosity for natural stone masonry units) 2000. TSE. Ankara-Turkey.
- [12] TS EN 771-1. Kagir Birimler, Özellikler- Bölüm 1: Kil kâgir birimler (Tuğlalar) (Specification for masonry units – Part 1: Clay masonry units) 2005. TSE. Ankara-Turkey.
- [13] Curcio, F., De Angelis, B. A., Pagliolico, S., “Metakaolin as a pozzolanic microfiller for high-performance mortars”, Cement and Concrete Research, 28 (6), 803-809, 1998.

# BEYAZ ÇİMENTO HARCİ ÖZELLİKLERİNE METAKAOLİN KATKISININ ETKİSİ

Gökhan KÜRKLÜ<sup>1</sup>, Gökhan GÖRHAN<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, AFYONKARAHİSAR

<sup>2</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, AFYONKARAHİSAR,

Presenter's e-mail address: [kurklu@aku.edu.tr](mailto:kurklu@aku.edu.tr)

Bu çalışmada, metakaolin katkılı beyaz çimentolu harçların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Harç örneklerinin üretiminde; 52,5'lik beyaz çimentosu kullanılmıştır. Beyaz çimentoda, beyaz renk özelliğinden dolayı her türlü puzolanik madde katkı olarak kullanılamamaktadır. Dolayısıyla katkı olarak kullanılacak puzolanik malzemenin de beyaz renkte olması önemlidir. Bu nedenle ortaya çıkacak ürünün renk özelliğinin bozulmaması için yaptığımız bu çalışmada beyaz renkli kaolin kili hammadde olarak kullanılmıştır. Metakaolin ise bu kilin beş farklı sıcaklıkta (600, 700, 800, 900 ve 1000 °C) sinterlenmesi sonucunda elde edilen beyaz bir üründür. Sinterlenen metakaolin örneklerine 7 günlük puzolanik aktivite deneyleri yapılmış ve en yüksek puzolanik aktivite indeksi, 900 °C'de sinterlenen örneklerde elde edilmiştir. Ardından hazırlanan karışımlarda çimentoya, 900 °C'de sinterlenen metakaolin malzemesi % 10, % 20 ve % 30 oranlarında ikame edilmiş ve referans çimento harçları ile kıyaslanmıştır. Harç üretiminde kırma kum kullanılmış olup örnekler, 4 x 4 x 16 cm'lik metal harç kalıplarına vibrasyon yöntemiyle yerleştirilmiştir. Daha sonra örnekler 7 ve 28 günlük su kürü uygulanmıştır. Kür işlemi tamamlanan örnekler; su emme, porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk gibi fiziksel testler ile eğilme dayanımı ve basınç dayanımı gibi mekanik testler yapılmıştır. Bununla birlikte örneklerin ultrases değerleri de belirlenerek çimento harcı üretiminde kullanılan metakaolin katkısının örnekler üzerinde meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır. Sonuç olarak % 10 MK ikamesi beyaz çimento harcının fiziksel ve mekanik özelliklerine olumlu katkılar sağlamıştır. Kırma kumun basınç dayanımı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiyi % 10 MK ikamesi bertaraf ettiğinden ötürü kırma kumlu beyaz çimentolu harçlar için en uygun oranı ifade etmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Beyaz çimento, metakaolin, kırma kum, sinterleme, kaolin

## 1. GİRİŞ

Çağdaş beton uygulamaları Portland çimentosunun 1844 yılında üretilmesine ve agrega ile çeliğin beraber kullanılmasına dayanmaktadır [1]. Bu sayede günümüzde en çok kullanılan taşıyıcı sistem malzemesi beton ve betonarme olmuştur. Betonun kendine has soğuk yeşil rengi brüt beton uygulamalarında mimari bir tamamlayıcı olarak kullanılırken tasarımcı için yetersiz geldiğinden beyaz betona ve dolayısıyla beyaz çimentoya gereksinim ortaya çıkmıştır. Yüzyılı aşkın bir süredir üretilmekte olan beyaz çimento, daha ziyade dekoratif ve estetik uygulamalarda kullanılmaktadır. Gelişen üretim teknolojisi ile beyaz çimento günümüzde, estetik ve dekoratif özellikleri açısından olduğu kadar, yük taşıma kabiliyeti açısından da üstün performans özellikleri göstermektedir [2]. Beyaz çimento, özel nitelikli kil (profilit, kaolin) ile kireç taşının karıştırılması ile elde edilen beyaz klinkerin alçı ile

öğütülmesi sonucunda üretilen hidrolik bir bağlayıcıdır [3]. Normal çimento üretiminde yüksek enerji gereksinimi ve kalitenin artırılması için yapılan çalışmalarda çeşitli ikame maddeleri kullanılmaya başlanmıştır. Uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi atık ve puzolan malzemeler bu iş için yoğunlukla kullanılmaktadır. Fakat beyaz çimentonun renginin korunması için kullanılacak ikame ürünleri kısıtlıdır. Bu noktada beyaz çimentoda kullanılacak puzolanlardan birisi beyazdan pembeye geçen bir renk skalasına sahip, yapay bir puzolan olan metakaolindir. Kaolinitin 600–900°C sıcaklık aralığında sinterlenmesi ile elde edilen metakaolinin harç ve betonların mekanik ve durabilite özelliklerini arttırmada önemli etkileri olduğu bilinmektedir [4]. Metakaolin (MK) ( $Al_2Si_2O_7$ ) 1960 lardan önce bir malzeme olarak biliniyordu fakat çimento içerisinde veya puzolanik bir katkı olarak betonun içerisinde kullanımı 1980 lere kadar sadece araştırmacıların ilgisini çekmişti. MK'nın temel özelliği kalsiyum hidroksit ( $Ca(OH)_2$ ) sayesinde yüksek reaktivite ve çimentonun hidrasyonunu hızlandırma yeteneğidir [6]. Bununla birlikte kalsiyum-silisyum oranının C-S-H jelinin oluşmasında yüksek olmasından betonun mikro yapısına, geçirimsizliğine, porozitesine, klor geçirimsizliğine, donma-çözünme dayanımına ve nihai olarak betonun genel performansına olumlu etkileri vardır [5] [6].

Metakaolin ve beyaz Portland çimento ile alakalı literatürde geçen bazı çalışmalarını incelediğimizde; betonun mikro yapısı ve hidrasyon özelliklerine deniz suyu ile % 0-6 MK karışımının etkilerinin araştırıldığı çalışmada % 5 MK eklendiğinde 28 günlük dayanımda % 33 artış sağlanmıştır. Böylelikle deniz suyunun olumsuz etkileri MK ile ortadan kaldırılmıştır [7]. Yüksek sıcaklığın MK ve uçucu kül katkılı betonlardaki etkisinin araştırıldığı çalışmada % 5-20 MK ile % 20-60 oranlarında uçucu kül katkılı numuneler üretilerek 27-800 °C arasındaki sıcaklıklarda incelenmiştir. Sonuç olarak 400 °C tüm seriler için kritik sıcaklık olarak belirlenmiştir. En iyi performansı %20 uçucu kül serileri sergilerken %10 ve 20 MK serileri ise en yüksek bozulmayı göstermişlerdir [8]. Bir diğer çalışmada flaş kalsine metakaolin Portland çimentosu yerine kullanılarak betonun performansı ve dayanıklılığı ile ilgili durum araştırılmıştır. ikame oranı olarak %25 MK belirlenmiş ve altı farklı tip betonda uygulanmıştır. Sonuç olarak düşük geçirgenlik, yüksek mukavemet ve azalmış klorür iyon penetrasyonu teknik avantajlar olarak bulunmuştur. MK'nin eşdeğer performans kavramının gereklerini karşıladığı bu sonuçlarla ortaya konmuştur [9].

Beyaz Portland çimentosu pastalarında katkı maddesi olarak nano kil ve termal olarak aktive edilmiş nano metakaolin kullanılarak yapılan çalışmada katkı % 2-14 arasındaki oranlarda dahil edilmiştir. Eğilme basınç dayanımlarına % 10'a kadar nano metakaolin katkısı pozitif etki sağlarken daha fazla katkı oranı düşümlere sebebiyet vermiştir [10]. Beyaz çimento ile % 15 kireçtaşı ikamesi yapılan çalışmada dayanımların daha düşük çıkmasına karşın sülfat atak oranının ikameli serilerde daha düşük olduğu görülmüştür [11].

Bu çalışmada beyaz Portland çimentonun beton ve betonarme yapılarda kullanımında dayanım ve dayanıklılığının yanı sıra beyaz renginin de mimari bir tamamlayıcı olarak tasarımcının beklentileri arasında yer almasından ötürü uygun bir mineral katkının kullanılması amaçlanmıştır. Bunun için yapay bir puzolan olan metakaolin tercih edilmiş ve beyaz renk beklentisinden ötürü harç numunelerinin hazırlanmasında standart silis kumu yerine kırma kum kullanılmıştır. Bu deney tasarımına göre kırma kum ve metakaolinin beyaz Portland çimentolu harçlara etkisi araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOT

### 2.1. Kullanılan Malzemeler

Örneklerin üretiminde CEM I 52,5 R Beyaz Portland çimento kullanılmıştır. Çimentoya ikame edilen metakaolin (MK) ise Türkiye’de bulunan özel işletmeli bir seramik fabrikasından elde edilen kaolin kilinin laboratuvar koşullarında sinterlenmesi sonucu elde edilmiştir. Harçların üretiminde çimento ve MK malzemelerine ek olarak Afyonkarahisar Işıklar mevkiinde bulunan taş ocağından temin edilmiş kırma kum ve içme suyu kullanılmıştır. Harç numunelerinde beyaz rengin korunması hedeflendiğinden kullanılan malzemelerin rengi de önemli bir detay olarak Şekil 1’de verilmiştir. Çalışmada kullanılan malzemelerin literatürde bulunan kimyasal özellikleri ise Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Harçta kullanılan malzemeler sırasıyla: Beyaz Çimento-Metakaolin-Kırma Kum

Tablo 1. Kullanılan malzemelerin kimyasal (XRF) kompozisyonu.

Oksit (%)	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	CaO	K.K.
CEM I 52.5 R [12]	21,6	4,05	0,26	1,30	0,30	0,35	3,30	65,7	3,2
Kaolin [13]	51,3	32,6	1,1	0,3	0,2	0,3	-	0,1	13,0
Metakaolin [14]	51,8	45,8	0,35	0,03	0,13	0,06	-	0,01	0,91

### 2.2. Kaolin Malzemesine Uygulanan Analizler

Kaolinin iç yapısında bulunan fazların tespiti amacıyla Afyon Kocatepe Üniversitesi, Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezinde XRD analizi, Bruker marka D8 Advance cihazında yapılırken, kaolinin termal davranışlarının belirlenmesi amacıyla da aynı merkezde DTA-TG analizleri yapılmıştır. DTA/TG analizlerinde örnekler hava ortamında ve 5 °C/dak. pişirme hızında deneye tabi tutulmuşlardır.

### 2.3. Puzolanik Aktivite Deneyleri

Çimento harcı üretiminde kullanılacak olan metakaolin malzemesinin en iyi puzolanik aktivite göstereceği sinterleme sıcaklığının belirlenmesi amacıyla, kaolin kili ağırlıkça % 20 oranında su ile hobart mikserde karıştırılmış ve 5 cm çapındaki silindir metal kalıp yardımıyla kaolin kili elle şekillendirilmiştir.

Şekillendirilen kaolin kili örnekleri 2,5 °C/dk. pişirme hızında 600-700-800-900 ve 1000 °C’de olmak üzere beş farklı sıcaklıkta ve son sıcaklıklarda bir saat süre ile laboratuvar tipi fırında sinterlenerek metakaoline dönüştürülmüştür. Daha sonra metakaolin malzemeleri yine laboratuvar tipi bilyeli değirmende tane boyutu maksimum 250 µm oluncaya kadar öğütülmüştür.

Puzolanik aktivite deneylerinde ASTM C 618 [15] nolu standarda göre örnekler hazırlanmıştır. Bağlayıcı malzeme olarak CEM I 52,5 R tipi beyaz Portland çimento, dolgu malzemesi olaraksa Afyonkarahisar Işıklar mevkiinde bulunan taş ocağından temin edilmiş kırma kum kullanılmıştır. Harçların hazırlanması sırasında beş farklı sıcaklıkta sinterlenen metakaolin örnekleri ayrı ayrı deneylerde kullanılmış ve en iyi puzolanik aktivite

özellikleri gösteren metakaolin örneklerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Örneklerin puzolanik aktivitelerinin belirlenmesinde 7 günlük örnekler kullanılmıştır. Puzolanik aktivite deneylerinde kullanılan malzemeler ve miktarları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Puzolanik aktivite deneylerinde kullanılan malzemeler.

Numune	Çimento (gr)	Kum (gr)	Metakaolin (MK) (gr)	MK sinterleme sıcaklığı (°C)	Su (gr)
Referans	500	1375	-	-	242
600	400	1375	100	600	257
700	400	1375	100	700	257
800	400	1375	100	800	257
900	400	1375	100	900	257
1000	400	1375	100	1000	257

## 2.4. Örneklerin Hazırlanması

MK ikameli çimento harç örnekleri TS EN 196-1 [16] nolu standarda göre Tablo 3’de verilen reçeteye ile 40 x 40 x 160 mm’lik metal harç kalıplarına vibrasyon yöntemiyle yerleştirilmiştir. Bir gün sonra kalıplardan alınan harç örneklerine ilgili testlerin yapılacağı günlere kadar 7 ve 28 günlük su kürü uygulanmıştır.

Tablo 3. Hazırlanan örnekler ve karışım oranları.

Harç Grubu	Numune	Çimento (52.5 R) (gr)	Kum (gr)	Metakaolin (MK) (gr)	Su (gr)	Kür Süresi (gün)
Referans7	Referans	450	1350	-	225	7
Referans28	Referans	450	1350	-	225	28
%10MK7	% 10 MK	405	1350	45	230	7
%20MK7	% 20 MK	360	1350	90	235	7
%30MK7	% 30 MK	315	1350	135	240	7
%10MK28	% 10 MK	405	1350	45	230	28
%20MK28	% 20 MK	360	1350	90	235	28
%30MK28	% 30 MK	315	1350	135	240	28

## 2.5. Uygulanan Testler

Kür işlemi tamamlanan örneklerin fiziksel özellikleri Arşimet prensibine göre belirlenerek; su emme, görünen porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk değerleri belirlenmiştir. Örneklerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi sırasında; örnekler su tankından alınarak, su içerisinde asılı ağırlıkları ( $W_2$ ) ve suya doygun yüzey kuru ağırlıkları ( $W_3$ ) ölçülmüştür. Ardından ilgili örnekler etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur ( $W_1$ ). Bu değerler yardımıyla örneklerin görünen porozite, birim hacim ağırlık ve görünür yoğunluk değerleri TS EN 772-4’e [17] göre su emme değerleri ise TS EN 771-1’e [18] göre ve aşağıda verilen eşitlikler yardımıyla (Eşitlik 1–4) hesaplanmıştır. Harç örneklerinin mekanik özellikleri olan eğilme ve basınç mukavemeti deneyleri TS EN 196-1’e [16] göre yürütülmüştür. Bu deneylerden önce aynı numuneler üzerinde ultrases geçiş hızı ölçümleri de yapılmıştır.

$$\text{Görünen porozite (\%)} = \left( \frac{W_3 - W_1}{W_3 - W_2} \right) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Birim hacim ağırlık (kg/m}^3\text{)} = \left( \frac{W_1}{W_3 - W_2} \right) \quad (2)$$

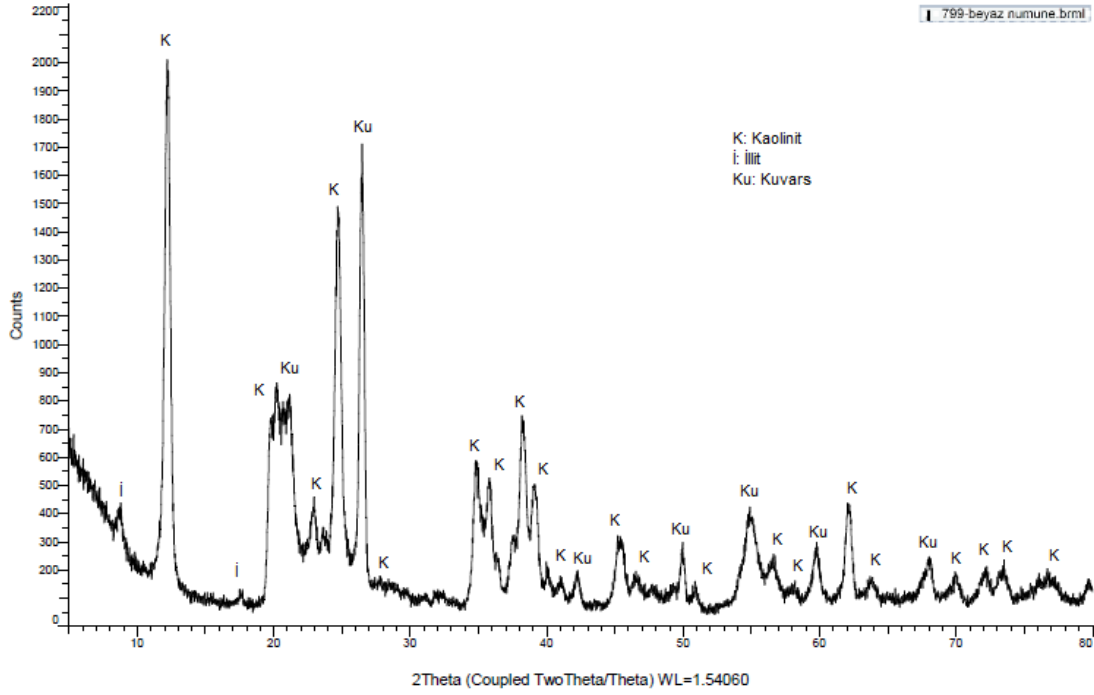
$$\text{Görünür yoğunluk (kg/m}^3\text{)} = \left( \frac{W_1}{W_1 - W_2} \right) \quad (3)$$

$$\text{Su emme (\%)} = \left( \frac{W_3 - W_1}{W_3} \right) \times 100 \quad (4)$$

### 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1. Kaoline ait XRD ve DTA/TG Analizleri

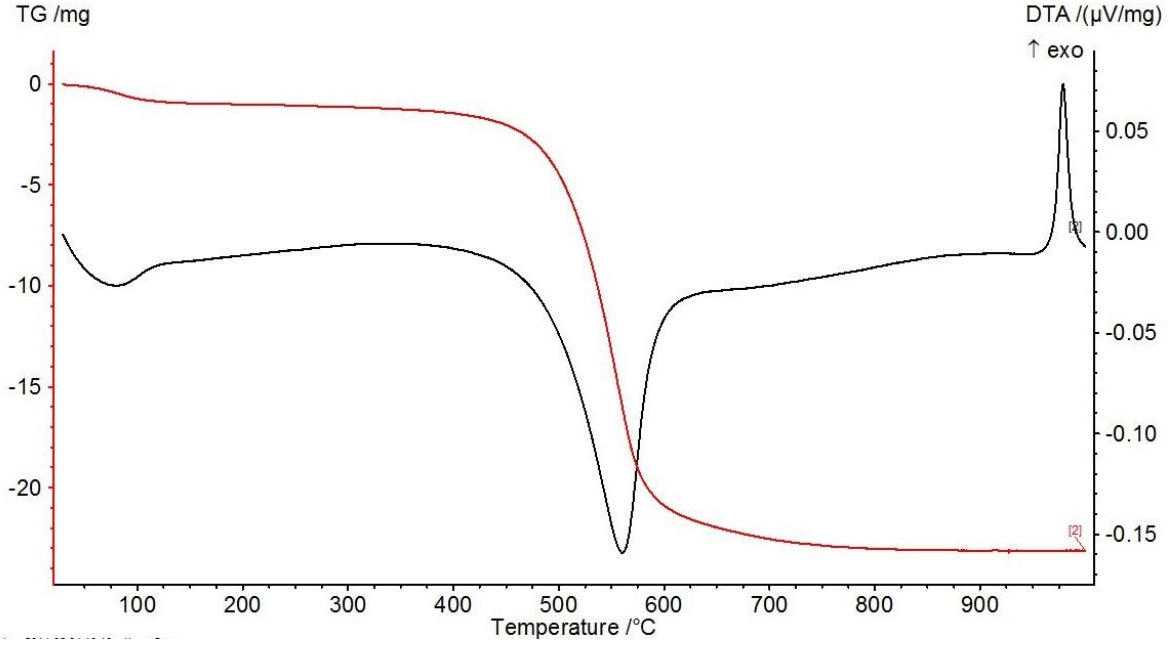
Kaolin malzemesine ait XRD analizinden elde edilen verilere göre kaolinde; kuvars, kaolinit ve illit gibi minerallerin varlığı tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Kaolin malzemesine ait XRD grafiği.

Kaolin malzemesinin termal davranışlarının belirlenebilmesi amacıyla, kaolin örneğine DTA-TG analizleri yapılmıştır. Analizlerden elde edilen veriler Şekil 3’de gösterilmiştir. Verilen grafikte görüldüğü üzere kaolin kili termodinamik olarak 567 °C’de endotermik pik göstererek metakaoline dönüşüm yapmıştır. DTA verilerine göre, 978 °C’de ise ekzotermik pik oluşumu gözlenmiş ve bu sıcaklıktan sonra malzemede kristal yapıların artacağı düşünülmektedir. TG analiz verileri incelendiğinde ise kaolin kilinin 900 °C’de ki kızdırma kaybı değerinin % 11,52 olduğu belirlenmiştir.

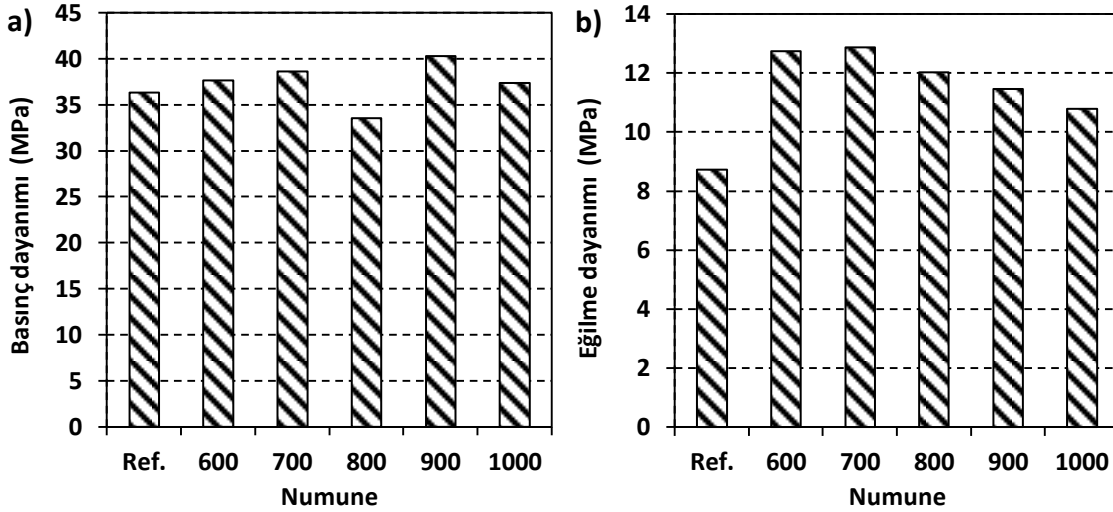




Şekil 3. Kaolen malzemesine ait DTA/TG grafiği.

### 3.2. Puzolanik Aktivite Deneyleri

Puzolanik aktivite deneylerinden elde edilen veriler Şekil 4’de gösterilmiştir. En ideal sinterleme sıcaklığının belirlenmesinde basınç dayanım değerleri baz alınmıştır.



Şekil 4. Puzolanik aktivite deneyinde kullanılan harçların mekanik özellikleri.

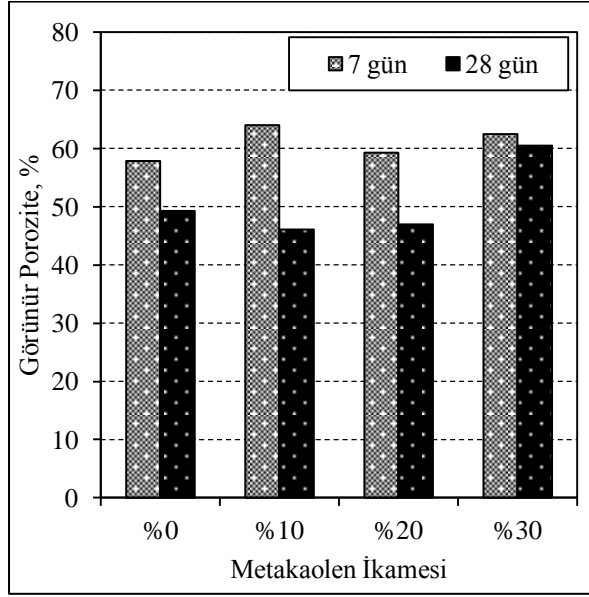
Bununla birlikte bir başka mekanik özellik olan eğilme dayanımı değerleri de yine Şekil 4 (b)’de gösterilmiştir. Grafiklerde görüldüğü üzere MK katkılı harç örneklerinin büyük çoğunluğunda (800 °C hariç) referans örneklerle göre daha yüksek dayanım değerleri elde edilmiştir. En yüksek basınç dayanım değerleri, 900 °C’de sinterlenen MK katkılı örneklerde 40,4 MPa (Şekil 4a) olarak elde edilirken, aynı örneklerin eğilme dayanımları 11,5 MPa (Şekil 4b) olarak elde edilmiştir. Dolayısıyla bu aşamadan sonra çimentoya ikame edilecek MK malzemesine uygulanacak olan sinterleme sıcaklığının 900 °C olmasına karar verilmiştir.

### 3.3. Harçların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri

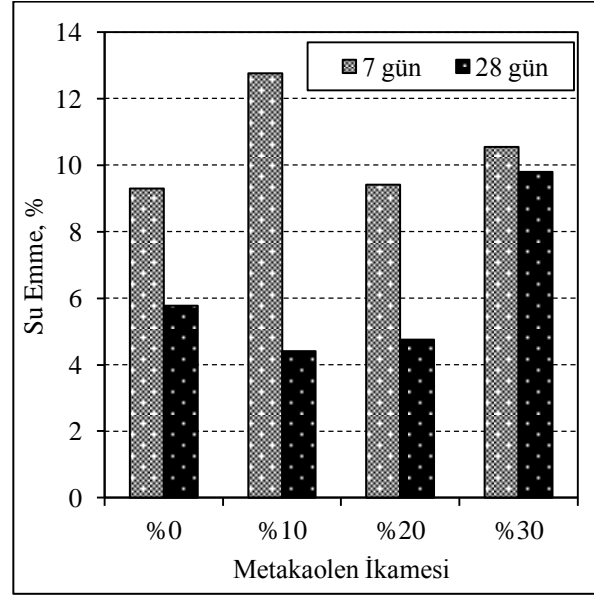
Çalışmada üretilen harçlardan elde edilen veriler bu bölümde sunulmuştur. Örneklerin fiziksel özelliklerinde olan görünen porozite oranları Şekil 5’de gösterilmiştir. Örneklere uygulanan kür süresinin uzaması ile porozite

oranlarında düşüşler gerçekleşmiştir. Kür süresinin artması ile birlikte çimento bünyesinde daha fazla C-S-H ürünü oluşması beklendiğinden dolayı harçların porozite oranlarının düşmesi normal karşılanmalıdır. 7 günlük numunelerde görünür porozite oranı % 61 civarında iken, 28 günlük numunelerde ise bu oran % 50 mertebelerine kadar gerilemiştir ve en düşük oran % 10 MK ikameli harçlarda oluşmuştur.

Çimento harçlarının su emme oranları Şekil 6'da gösterilmiştir. Su emme oranları, görünen porozite oranlarıyla paralellik arz ederek benzer numunelerde benzer eğilim elde edilmiştir. 7 günlük numunelerde bu oran % 10 mertebelerinde iken 28 günlük numunelerde ortalama % 6,2 ye kadar gerilemiştir. 7 günlük numuneler ile 28 günlük numuneler arasındaki en büyük fark % 10 MK ikameli serilerde meydana gelirken, en düşük su emme oranı yine bu seridedir.



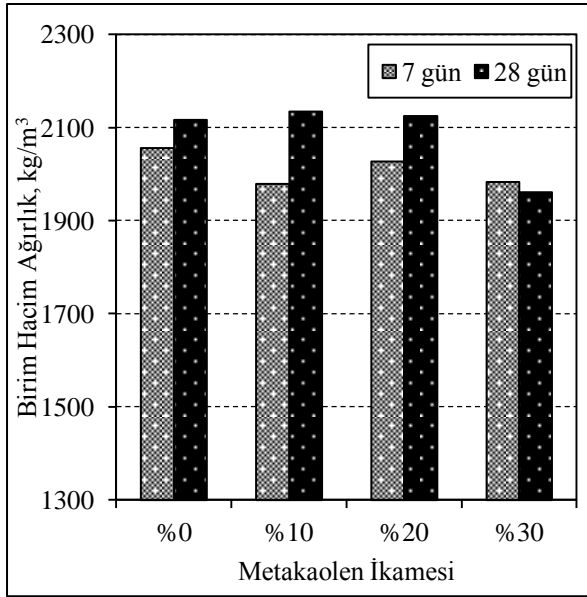
Şekil 5. Görünür porozite oranları



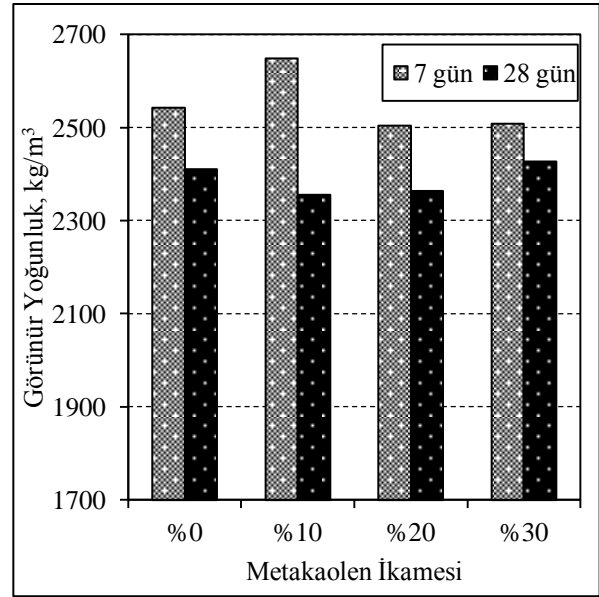
Şekil 6. Su emme oranları

Çimento harçlarının birim hacim ağırlıkları Şekil 7'de, görünür yoğunluk değerleri de Şekil 8'de gösterilmiştir. Örneklere uygulanan kür süresinin artması ile birlikte bünyede reaksiyon ürünlerinin artmasından dolayı harçların birim hacim ağırlıklarının arttığı belirlenmiştir. 7 günlük serilerin ortalama birim hacim ağırlıkları  $2011 \text{ kg/m}^3$  iken, 28 günlük numunelerde ise  $2084 \text{ kg/m}^3$  civarına yükselmiştir. % 10 ve % 20 MK ikameli seriler referans serileri ile yaklaşık aynı birim hacim ağırlığına sahip iken % 30 MK ikameli seri en düşük birim hacim ağırlığına sahiptir.

Şekil 8'de verilen görünür yoğunluk değerleri incelendiğinde harçlara uygulanan kür süresinin artması örneklerin görünür yoğunluk değerlerinde azalma göstermiştir. 7 günlük numunelerde görünür yoğunluk ortalama  $2551 \text{ kg/m}^3$  değerine sahip iken, 28 günlük numunelerde ise ortalama  $2390 \text{ kg/m}^3$  görünür yoğunluk belirlenmiştir. Kür süresine bağlı olarak en büyük fark % 10 MK ikameli serilerde meydana gelirken en düşük değişim % 30 MK ikameli serilerde oluşmuştur. Örnek bünyesinde porozite oranının azalmasına rağmen görünür yoğunluk değerlerindeki bu düşüşlerin bünyede bulunan MK katkısının yüksek oranda reaksiyonlar gerçekleştiremediği ve bu nedenle yoğunluk değerlerinin daha düşük oranlarda kaldığı tahmin edilmektedir.

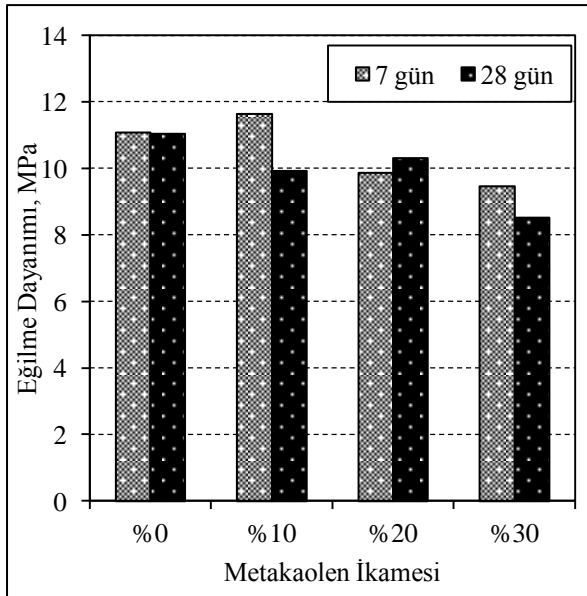


Şekil 7. Birim hacim ağırlıkları

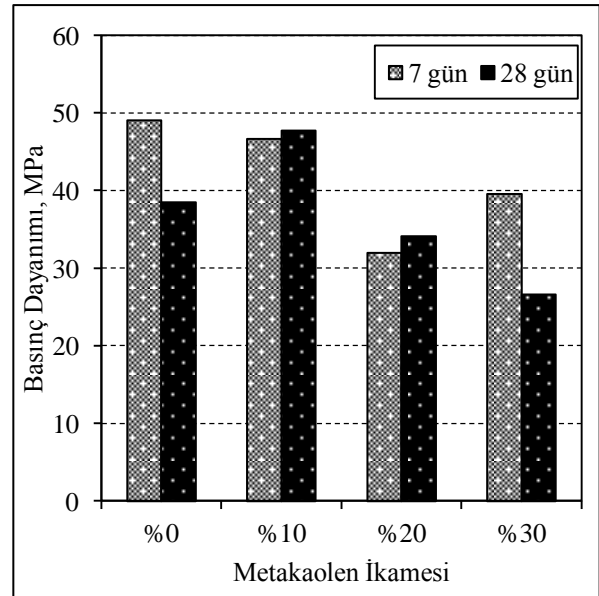


Şekil 8. Görünür Yoğunluklar

Çimento harçlarına ait eğilme dayanımları Şekil 9'da verilmiştir. Ortalama 10 MPa değerine sahip eğilme dayanımında kür süresine bağlı olarak bariz bir değişim gözlenmemiştir. En düşük değerler 9 MPa civarındaki değer ile % 30 MK ikameli serilerde ortaya çıkmıştır.



Şekil 9. Eğilme dayanımları

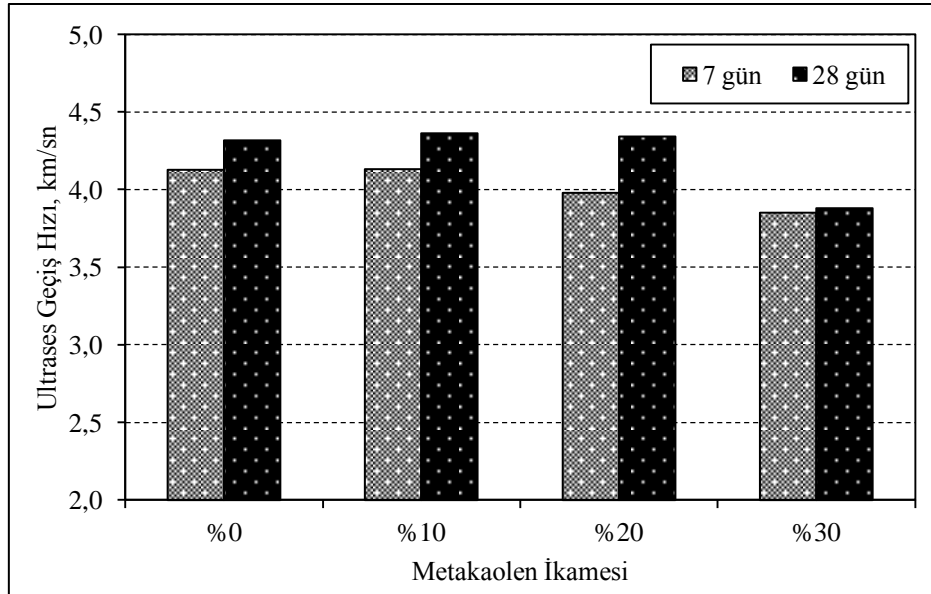


Şekil 10. Basınç dayanımları

Beyaz çimento harçlı numunelerin basınç mukavemeti değerleri Şekil 10'da verilmiştir. 7 günlük kür süresinin ardından yapılan basınç deneyleri sonrasında en yüksek değer 49,1 MPa ile referans serilerinde ölçülmüştür. MK ikameli seriler arasında ise en yüksek basınç dayanımını sergileyen seri 46,7 MPa ile %10 ikameli seri olmuştur. Kür süresine bağlı olarak basınç dayanımı değerleri incelendiğinde 28 günlük numuneler arasında hem en yüksek değeri hem de en büyük artış oranını gösteren seri 47,7 MPa ile % 10 MK ikameli örnekler olmuştur. % 20 ve % 30 MK serilerinde ise 26,6 MPa değerlerine kadar varan ciddi düşüşler meydana gelmiştir. Referans serilerinde dahi meydana gelen bu düşüş, yapılan bir başka çalışmada da olduğu gibi standart kum ile beyaz kum belli oranlarda yer değiştirilerek harç

serileri hazırlanmış ve bunlar farklı kür sürelerinde incelenmiş ve sonuç olarak beyaz kumun çimento harçlarında basınç dayanımlarının düşüşüne sebebiyet verdiği saptanmıştır. Aynı çalışmada su emme ve porozite oranları kür süresine bağlı olarak düşüş sergilemiştir [19]. Ayrıca MK katkılı harçların erken dayanım kazanmasında  $Al_4$  ve  $Al_5$  olmak üzere iki farklı  $Al_2O_3$  içeriği olmasına bağlanmış ve alümina içeren fazların oluşumundan (özellikle hidrad gehlenit) kaynaklandığı düşünülmektedir [20].

Çimento harçlarının hem fiziksel hem de mekanik açıdan yorumlanmasına katkı sağlayan bir diğer ölçümde ultrases geçiş hızıdır. Şekil 11’de verilen ultrases geçiş hızları incelendiğinde hem kür süresi hem de MK katkı oranlarının bu hızda etkili olduğu gözlenmektedir. 7 günlük kür süresinin ardından yapılan ölçümlerde en yüksek değeri referans ve % 10 MK ikameli seriler göstermiştir. 28 günlük kür süresinin ardından yapılan ölçümlerde tüm seriler 7 günlük ölçümlere göre artış gösterirken en yüksek değer % 10 MK ikameli seriye ait iken en düşük değer % 30 MK ikameli seri de ölçülmüştür. Bu değerlerin yüksek olması harç numunesinin kaliteli olduğu şeklinde yorumlanabilir.



Şekil 11. Ultrases geçiş hızları

Bu çalışmada, beyaz çimento harcının bileşenlerini oluşturan malzemelerin seçiminde renk faktörü dikkate alınan önemli etmenlerden birisidir. Fiziksel özelliklerden biri olarak harçların renk özellikleri de bulgular arasında yer alması gereken bir olgudur. Şekil 12’deki fotoğrafta referans serisi de dahil olmak üzere tüm seriler bir arada gösterilmiştir. Göz ile yapılan incelemeye göre MK ikamesinin harç renginde beyazlığın bozulmasına sebep olmadığı hatta referans serisine kıyasla beyazlığın bir miktar açıldığı gözlenmiştir.



Şekil 12. Beyaz çimentolu harç numunelerinin renk durumu sırasıyla: referans, % 10, % 20, % 30 MK ikameli seriler

#### 4. SONUÇLAR

Harç numuneleri üzerinde yapılan deney ve incelemelere göre 900 °C de sinterlenmiş metakaolin ikamesinin çimento harçları üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu etki kür süresine bağlı olarak değişim göstermiş 7 günlük kür süresinin ardından değişimler çok net ortaya çıkmazken 28 günlük kür süresinin ardından % 10 MK ikamesi en düşük görünür porozite ve su emme oranlarını sergilemiştir. Bununla birlikte örneklere uygulanan kür süresinin artması ile birim hacim ağırlıklar artmıştır. MK katkılı serilerde en yüksek birim hacim ağırlığı % 10 MK katkılı örneklerde ölçülmüştür. Erken kür süresinde en yüksek yoğunluk % 10 MK ikameli örneklerde ortaya çıkmış 28 gün de tüm serilerin yoğunluğu düşmüştür. Malzemenin yoğunluğu ile alakalı dayanımı hakkında yorumu güçlendiren ultrases geçiş hızlarına göre kür süresi arttıkça tüm serilerde artış gözlenmiş en yüksek değerler % 10 MK ikameli serilere aittir. % 10 MK ikameli seriler en iyi basınç dayanımı özelliğini sergilerken silis kumu yerine kullanılan kırma kumun basınç dayanımı üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiyi bertaraf etmiştir. Kırma kumun kullanılabilmesi ve MK katkısının da varlığı harcin beyaz rengine olumlu katkı sağladığından % 10 MK ikamesi kırma kumlu beyaz çimentolu harçlar için en uygun oranı ifade etmektedir.

#### TEŞEKKÜR

Yazarlar bu çalışmayı maddi olarak destekleyen Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne (AKÜ BAPK Proje No: 14.HIZ.DES.69) teşekkür eder.

#### KAYNAKLAR

- [1] İzgi U., 2000, "Beyaz Beton", Mimarlık Dergisi, sayı: 294, sayfa 58-60.
- [2] Önder K., Şahin M., 2015, "Hazır Beyaz Beton ve Uygulamaları", [www.dogateknik.com.tr /Teknik-Belgeler/Hazir-Beyaz-Beton-Uygulamalari.pdf](http://www.dogateknik.com.tr/Teknik-Belgeler/Hazir-Beyaz-Beton-Uygulamalari.pdf)
- [3] Arslan M., Özbebek H., Açık H., 2011, "Betonarme Yapılar için Beyaz Çimentolu Hazır Betonun Tasarımı ve Üretimi" Beton 2011 Hazır Beton Kongresi, sayfa 459-469.
- [4] Akçay B., Peker Ö., Şengül C., Taşdemir M. A., 2013, "Metakaolin İçeren Betonun Kırılma Davranışı", Beton 2013 Hazır Beton Kongresi, sayfa 424-435.
- [5] Badogiannis E. G., Sfikas I. P., Voukia V. D., Trezos K. G., Tsivilis G., S., 2015, "Durability of Metakaolin Self-Compacting Concrete", Construction and Building Materials, Volume 82, Pages: 133-141.
- [6] Jones T. R., 2003, "Metakaolin as Pozzolanic Addition to Concrete", Structure and Performance of Cements, Spon Press, Pages: 372-397.
- [7] Shi Z., Shui Z., Li Q., Geng H., 2015, "Combined Effect Of Metakaolin And Sea Water On Performance And Microstructures Of Concrete", Construction and Building Materials, Volume 74, Pages: 57-64.
- [8] Nadeem A., Memon S. A., Lo T. Y., 2014, "The Performance of Fly Ash and Metakaolin Concrete at Elevated Temperatures", Construction and Building Materials, Volume 62, pages: 67-76.
- [9] Nicolas R. S., Cyr M., Escadeillas G., 2014, "Performance-Based Approach To Durability Of Concrete Containing Flash-Calcined Metakaolin As Cement Replacement", Construction and Building Materials,

- Volume 55, pages: 313-322.
- [10] Al-Salami A. E., Morsy M. S., Taha S., Shoukry H., “Physico-mechanical Characteristics of Blended White Cement Pastes Containing Thermally Activated Ultrafine Nano Clays”, *Construction and Building Materials*, Volume 47, Pages 138-145.
- [11] Patsikas N., Katsiotis N., Pipilikaki P., Papageorgiou D., Chaniotakis E., Beazi-Katsioli M., 2012, *Construction and Building Materials*, Volume 36, Pages 1082-1089.
- [12] Çimsa, 2013, “Süper Beyaz Çimento Erken Dönem Mukavemet Özellikleri”, ÇİMSA Çimento Araştırma ve Uygulama Merkezi.
- [13] Jaarsveld J.G.S, Deventer J.S.J., Lukey G.C, 2002, “The Effect of Composition and Temperature on The Properties of Fly Ash and Kaolinite-Based Geopolymers”, *Chemical Engineering Journal*, Volume 89, Issues 1–3, pages: 63–73.
- [14] Güneyisi E., Gesoğlu M., Mermerdaş K., 2008, “Improving Strength, Drying Shrinkage, And Pore Structure Of Concrete Using Metakaolin”, *Materials and Structures*, Volume:41, pages:937–949.
- [15] ASTM C 618, Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete.
- [16] TS EN 196-1, Çimento deney metotları- Bölüm 1: Dayanım.
- [17] TS EN 772-4, Kâğır Birimler- Deney Metotları- Bölüm 4: Tabii Taş Kâğır Birimlerin Toplam Ve Görünen Porozitesi İle Boşluksuz Ve Boşluklu Birim Hacim Kütlelerinin Tayini.
- [18] TS EN 771-1, Kâğır Birimler - Özellikler - Bölüm 1: Kil Kâğır Birimler (Tuğlalar).
- [19] Khattab M. M., 2014, “Effect of Gamma İrradiation on Polymer Modified White Sand Cement Mortar Composites”, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, Volume 20, Pages:1-8.
- [20] Curcio F., DeAngelis B., Pagliolico S., 1998, “Metakaolin as a Pozzolanic Microfiller for High Performance Mortars”, *Cement and Concrete Research*, Volume: 28, Issue: 6, Pages: 803-809.

# A Promising Approach in the World: Tensile Structures Roofing

Talha EKMEKYAPAR<sup>1</sup>, Alaa Tareq AL-SHAREEF\*,<sup>1</sup>, Derya BAKBAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering University of Gaziantep, Gaziantep, Turkey,

\* Corresponding author: Tel: +90 5355451194; E-mail: aalsharif80@yahoo.com.tr

## 1. Abstract

Civil engineering roof systems for outdoor environments find use in bazaars, car park areas, outdoor sport facilities and places built to protect people or their goods from environmental effects such as sun and heavy rain. Therefore, such roofing systems have great amount of application and each country spends huge volumes of materials to build these roof systems to improve life quality of people in cities. Thus, it is evident that further research on these civil engineering structures has the potential to decrease the cost of these roof systems and build more efficient ones. Generally these roof systems are manufactured employing structural steel material. As is well known, steel has promising mechanical properties such as high strength and high stiffness which can be exploited in structures that expected to receive very high magnitude of loadings, such as earthquake resistant buildings. However, there also exist some disadvantages of completely using steel in these roof systems. For instance, due to unit weight of material the roofs manufactured using steel are very heavy. So, construction process requires significant labour and time. Also steel construction is an expensive process considering measure of covered area for outdoor roof systems. Moreover, these kinds of roofs manufactured using completely steel are not flexible in use, that is to say, when it is unnecessary for some period of time it is not possible to remove the roof covering and re-cover it when it is necessary again. This paper investigates a novel concept in the world called as “tensile structures” used to cover wide outdoor areas. This concept actually combines civil engineering designs and some architectural aspects. Instead of using materials with high stiffness, tensile structures adapt membrane materials to cover wide areas. Cable elements accompany those membranes to transmit the internal forces and stresses to structural columns or ground. Although membrane materials have lower strengths compared to steel, these structures offer flexibility in use, light coverings, lower costs and faster construction time. Since these structures are built utilizing membrane materials and cables which support tension forces only, conventional stress office methods are not capable of handling their analyses and designs. Consequently, specific computational methods must be used to perform such designs. In this paper special commercial software is used to investigate behaviour of tensile structures. Three different configurations are employed to cover a wide area. Structural analysis procedures of those configurations are undertaken and stress distributions in membranes are investigated. Discussions pertaining to motivation behind these structures, load carrying capabilities and working principles are provided. Outcomes of this study illustrate that these tensile structures have the potential to replace some applications of steel roofs to lead lighter, flexible, low cost and more aesthetic structures for outdoor environments.

**Keywords:** *Tensile structures, outdoor roofing, structural mechanics*

## 2. Introduction

Roof systems designed by used tensile structures to enclosed modern structures such stadiums and shopping centres to span large areas cover. Afford the architect the opportunity for imaginative creation and the same time network of slender cables provide the strength necessary to support the tremendous loads involved. Space activities provide further applications for the tensile structure concept since weight is a principal factor in determining feasibility [1]. Most often, tensile structures are used for a dramatic effect over performance and outdoor exhibition areas, music stages, parking areas, entrance driveways, walkways, theatres, airport, domes, stadia. Designed as demountable canopies or permanent, they act as a foil for lighting and the projection of images, and can also be used for protecting audiences from the elements [2]. The architecture in second half of twentieth century. After the war, young architects, engineers, and entrepreneurs had been looking for new integrated part of it instead. It was of prime importance, with the minimal material and energy, to rebuild the destroyed cities in a more effective and beautiful way at that time [3]. Nowadays, it is recognized for the first time that conservation and care of nature and a liveable, sustainable environment should be selection and design of architectural forms. It is essential to conserve and protect the fundamental home of our mankind [4]. Tensile structure is made of tensile materials, cables and/or membranes, in which there is neither bending, compression nor torsion but only tension forces/stresses exist. It is usually used as a large-span structure because of the light-weight characteristics of the structural materials and absence of elements that may have buckle. Through tension structures come in varying size, scale, shape and form, all of them consists of the same basic elements[5]:

- A lightweight and flexible fabric members, tensioned for stability and usually used as a roofing element,
- Flexible linear elements such as ties or cables, which are commonly used at boundaries or edges, and
- Rigid supporting members such as masts, frames, ring, arches and edge beams, which usually transfer loads in compression. These rigid supports are typically made from traditional building materials such as steel, concrete and timber.

Through there are variety of ways to categorize tensile membrane structure. Lewis [6] divided them into three main groups:

- **Boundary tensioned membranes,**  
Boundary tensioned membranes are stressed by stretching the surface to meet the boundary made of flexible, tension cables, or a rigid frame/beam. The boundary elements are an important part of the tension structure as they determine the shape and nature of not just the boundary but the surface as whole. The former has zero excess pressure between the outer and inner surface [6, 7]. Under imposed loads, such as wind and snow the stress in the surface can increase [2, 8, 9] and fold design of tension membranes is aimed at keeping the initial prestress at approximately 1/20 of the breaking strength of the cloth [6].
- **Pneumatic or air supported structures,**  
Pneumatic structures or 'air houses' are thin membranes stressed by internal air pressure generated by fans. Their shape is very strongly affected by the difference between the external and internal pressures, which change continually, as a result of temperature variations, wind and snow load conditions. Air houses are designed to maintain an internal pressure between 0.2 kN/m<sup>2</sup> and 0.55 kN/m<sup>2</sup> [6, 10, 11].
- **Cable-nets and cable-beams.**



Cable nets can be stressed directly using rigid supports such as compression ring beams, or flexible edge cables with supporting mast and tie backs. They can take the form of suspended structure stabilized by means of a heavy roof cladding, or can be encased in concrete. The opportunity for creating new structural form is immense. If a prestressed cable net constitutes a part of a concrete shell, it is no longer a lightweight tension structure and the advantage of flexible is lost. However, because of their apparent visual lightness, the shapes of cable net structures are copied in to rigid forms, as was the case with concrete 'tents' constructed in the Middle East in 1991 [6, 12, 13]. The main difference between cable nets and fabric structures, from the structural view point, is that fabric structures are capable of sustaining membrane shear forces whereas cable nets are not, due to the deformability of the surface [14].

### **1. The Advantages and Disadvantages of Tensile Membrane Structures**

The growing interest in tensile structures can be attributed to following advantages:

- Provided appropriate and well designed structural forms are utilized these structure can become very attractive architectural landmarks.
- Many fabric architectural structures are designed so that the fabric can be removed if there is danger of a hurricane. This helps prevent damage to a structure in a way that is not possible with roofed building structures. It also helps prevent damage to surrounding property from flying shingles or metal roofs.
- Adapts its own, unique shape. Because of their uniqueness and originality, fabric structures can attract extra attention to a business. Adding attractive signage and logos to help advertise businesses.
- They are light weight and can be transported at relatively low cost.
- These structures can be used to cover large areas at very competitive costs per unit area.
- These structural forms result in structures that can be fully stressed since there is no need to consider bending or buckling which results in very efficient use of the materials used.
- These structures may be prefabricated and can be manufactured in the most efficient method [14,16].

On the other hand, tensile membrane structures have some disadvantages. These are:

- Cannot take heavy weather conditions,
- Creep (stretch very slightly)
- Short economical life span of structures
- Loss of tension is dangerous for stability
- Thermal values limit use [15]

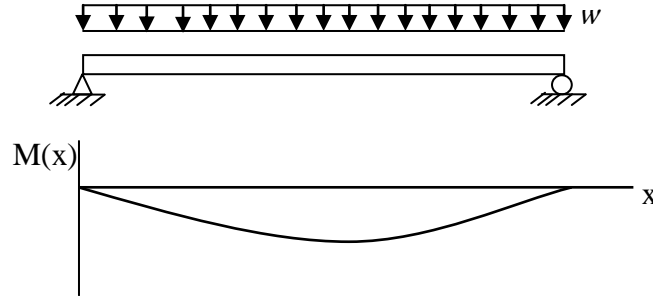
### **3. Analysis and design of tensile structures**

#### **3.1. Design considerations**

The design of tensile membrane structures comes with several considerations that need not be made for conventional structures. These include certain load and climate conditions, availability of material and labour, acoustic performance, fire protection, energy use and lights, as well as material maintenance, durability, and inspection [17].

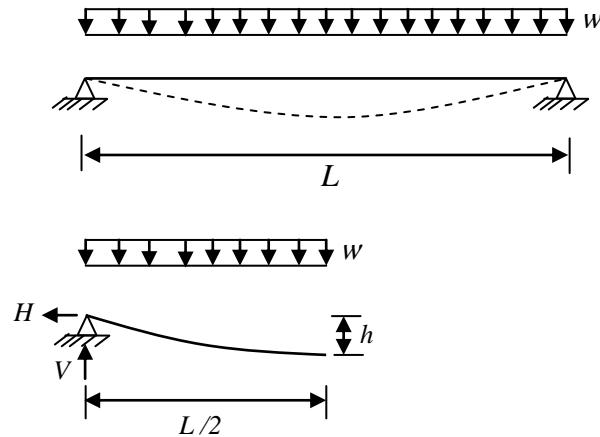
#### **3.2. Tensile membrane structures work**

Beams and columns in these structures can resist axial, shear, and bending stresses. Fabric structures, on the other hand, are so lightweight that gravity does not have any serious effect. Discussing the behaviour of a single cable can therefore help to illustrate certain behavioural properties of a fabric membrane. To understand this behaviour consider the uniformly loaded beam and its bending moment diagram in Figure 1.



**Figure 1. Uniformly loaded beam and moment diagram**

Now consider the uniformly loaded cable and deflected shape in Figure 2,  $w$  is the load per unit length,  $L$  is the total length of cable,  $h$  is the maximum vertical deflection at midpoint, and  $H$  and  $V$  are horizontal and vertical reaction forces, respectively [17].



**Figure 2. Uniformly loaded cable**

Equilibrium in the vertical direction yields:

$$V = \frac{\omega L}{2} \quad (1)$$

Because cables cannot resist bending, sum of moments about any point will be equal to zero.

$$\sum M_{midpoint} = 0 \quad (2)$$

$$H(h) + \omega \left(\frac{L}{2}\right) \left(\frac{L}{4}\right) - V \left(\frac{L}{2}\right) = 0 \quad (3)$$

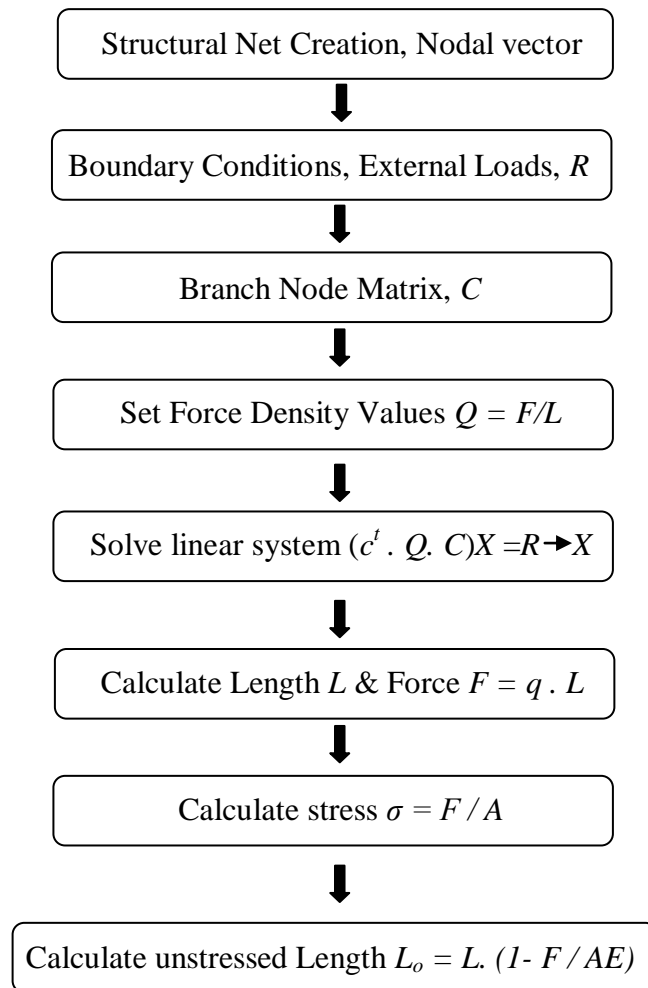
$$H = \frac{\omega L^2}{8h} \quad (4)$$

And the force in the cable is:

$$F = \sqrt{V^2 + H^2} \quad (5)$$

### 3.3. Tensile membrane design process

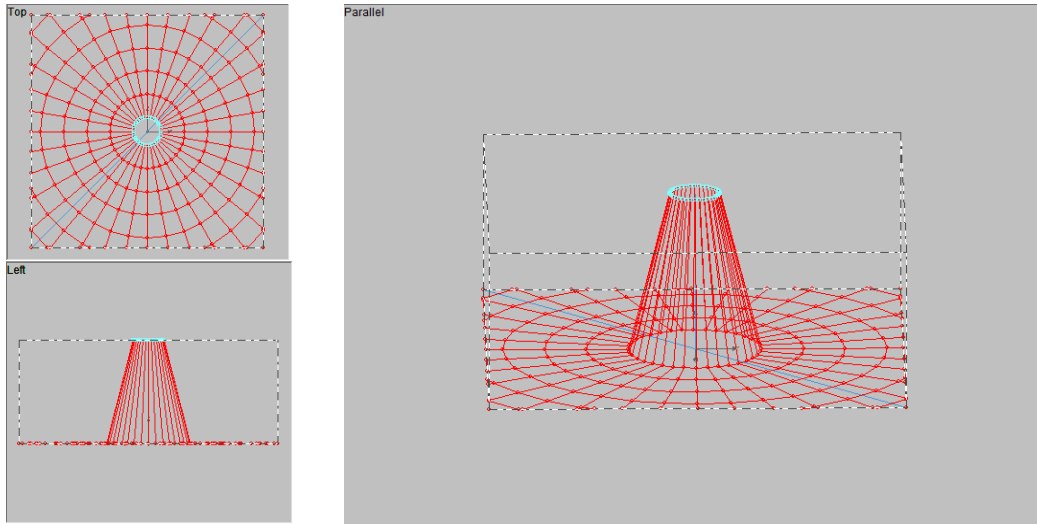
A description of the tensile membrane design process is shown in Figure 3, from the preliminary to the realization of the structure [18].



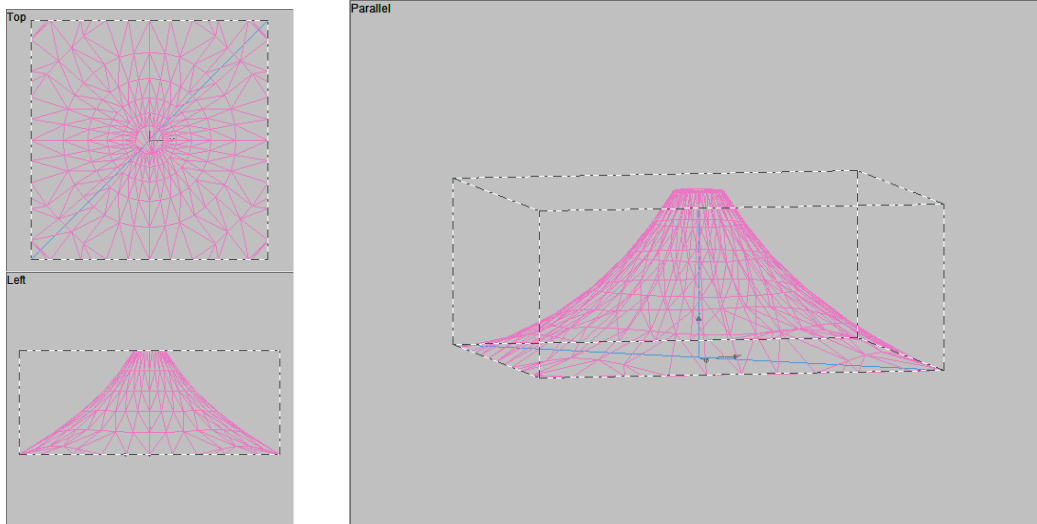
**Figure 3. Force - density methods**

### 4. Examples of Design

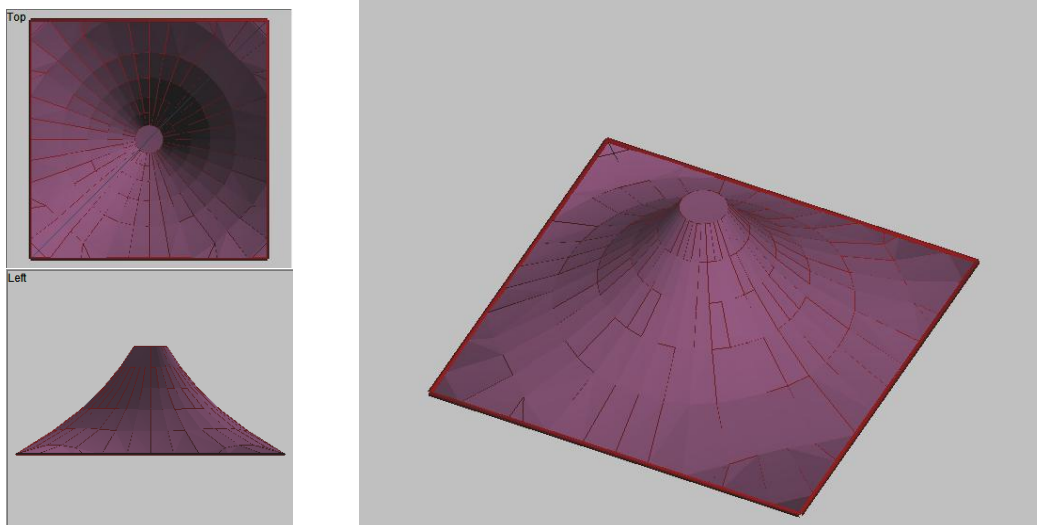
Example for three types of tensile membrane designed by using Forten2000 software included all process design Tensile membrane. As shown in Figures below, boundary tensioned membranes type which shown steps of boundaries type.



**Figure 4 The Boundaries and polar mesh before form finding**

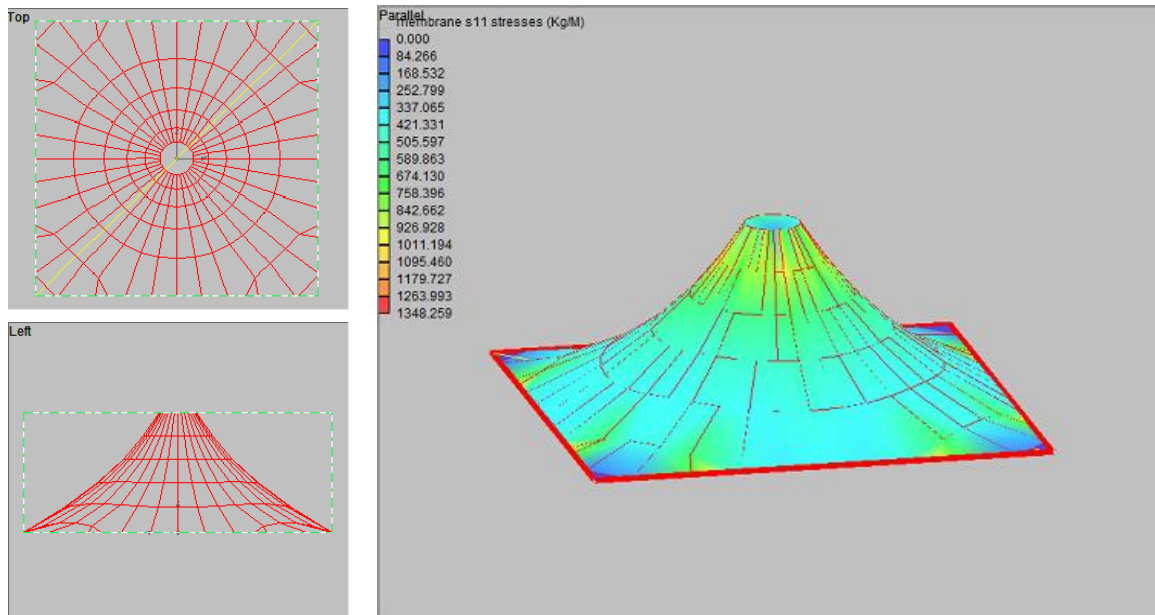


**Figure 5 The Boundaries and Tri-mesh before form finding**



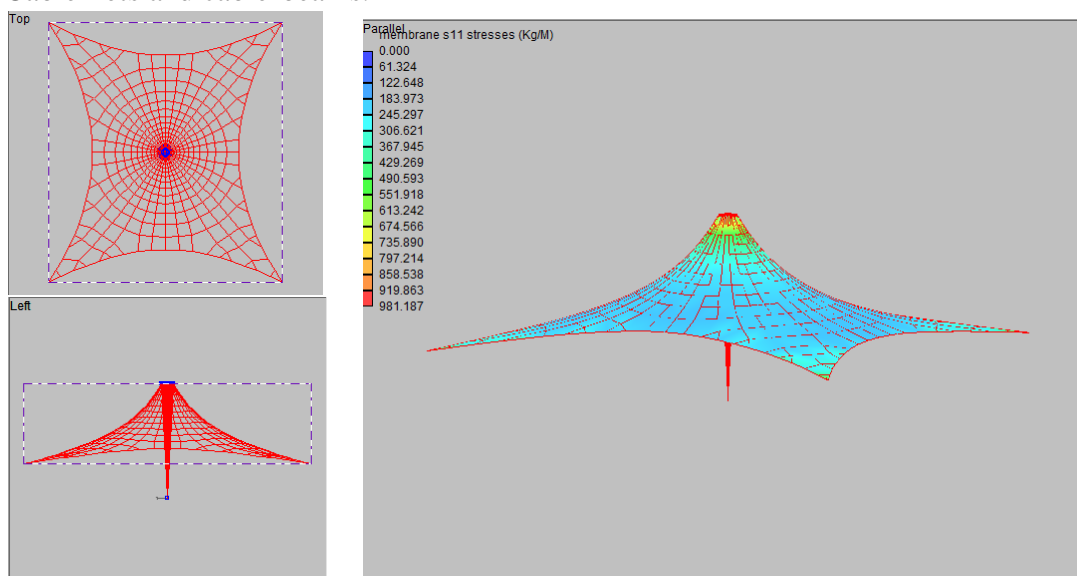
### Figure 6 The Boundaries and Shaded after form finding

Figures 4 and 5, shown the steps of boundaries with Polar-mesh and Tri-mesh before form finding, the Figure 6 shown the boundaries and shaded after form finding or presented the general view of structure after form finding. The Figure 7 shown the final design which presented the membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding.



### Figure 7 The membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding for Boundary tensioned membranes

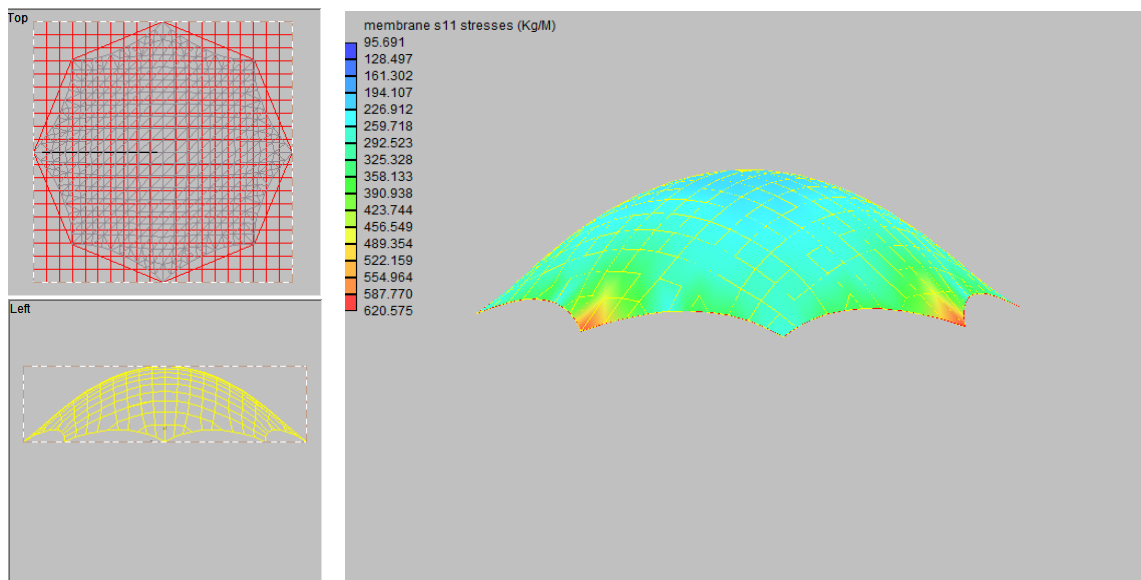
Shown in the Figure 7, membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) after form finding for boundary type of tensile membrane variation between 0 kg/m and 1348.259kg/m. The steps same for another types of tensile membrane design meshing, shaded and stress respectively. Figure 8 shown final step of example Conical shape with middle mast presented second type of membrane design Cable-nets and cable-beams.



### Figure 8 The membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding for Cable-nets and cable-beams

As seen in Figure 8, the membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding range between 0kg/m and 981.187kg/m.

Figure 9, shown example of pneumatic structures, as seen the membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding range between 95.691kg/m and 620.575kg/m. The range of stress less than other types because of membrane thin not allowed very high stress.



**Figure 9 The membrane stress ( $\sigma_{11}$ ) of form finding for pneumatic membrane structures**

## 5. Conclusion

Tensile membrane structures represent a new chapter in the history of building structures. Capable of spanning large distances while incurring very little weight on supporting structure, developments in the design of tensile membrane structure can dramatically change the way we conceptualize permanent building construction.

Small changes to the dimensions or specifications of a fabric structure usually result in major or complete re-design.

The advent of computer technology changed tensile architecture for ever. The possibilities of accurately calculating form and values for ever more complicated project proposals open the door to an architectural language.

In the future work the use of "black box" software should be strongly resisted. It is necessary to develop an engineering analysis and design software for further study on tensile membrane structures. The key points in the development of engineering analysis software for tensile membrane structures are that it should not place any limitations on the design process, should have a clear physical analogy, should integrate computer aided geometry design, structural analysis and optimization methods, and most importantly, by fully understood by the engineering.

## References

- [1] Bogner F.K., (1968). *Analysis of tension structures*. Bell Telephone Laboratories, Incorporated Whippany, Report No: AFFDL-TR-68-150, New Jersey.

- [2] [http://architecture.mit.edu/house\\_n/web/resources/tutorials/House](http://architecture.mit.edu/house_n/web/resources/tutorials/House).
- [3] Ishii K., (1999). *Membrane designs and structures in the world*. Shinkenchikusha Co., Ltd., Tokyo.
- [4] Zhang J., (2005). *Optimization Problems for Design and Maintenance of Forces and Shape of Tension Structures*. M.Sc. thesis, Department of Architecture and Architectural Engineering, Kyoto University, Japan.
- [5] BAKBAK D., (2011). *Architectural Form Design and Structural Analysis of Tensile Structures*. M.Sc. thesis, Department of Civil Engineering, Gaziantep University, Turkey.
- [6] Lewis W. J., (2003). *Tension structures: form and behaviour*, Thomas Telford, London.
- [7] Kronenburg R., (1996). *Portable Architecture*. Architectural Press.
- [8] Wakefield D.S., (1999). "Engineering Analysis of tension structures: theory and practice". *Engineering Structure*, 21, 680-690.
- [9] Moncrief E., (2005). "Systems for Lightweight Structure Design: the State-of-the-Art and Current Development". *Textile Composites and Inflatable Structures*, E. Onate and B. Kroplin (eds), Springer, Netherlands, 17-28.
- [10] Forster B.,(1994)."Cable and membrane roofs -a historical survey", *Structural Engineering Review*, 6(3-4),145\_174.
- [11] Liddle W.I., (1994)."Minnesota Metrodrome ---A study on the behavior of air supported roofs under environmental loads". *Structural Engineering Review*, 6, No3-4, 215-235.
- [12] Leonhardt F. and Schlaich J., (1972). "Structural design of roofs over the sports arenas for the 1972 Olympic games: some problems of prestressed cable net structures ", *The Structural Engineer*, 50(3), 113-119.
- [13] Douglas J., (1992). "Solution of the problem of Plateau" *Trans. American Math. Soc.*, 33, 263-321.
- [14] Topping B.H.V. and Ivanyi P., (2007). *Computer Aided Design of Cable Membrane Structure*, Saxe-Coburge Publications, Scotland.
- [15] [www.slideshare.net/richlux/tensile-fabric-structures](http://www.slideshare.net/richlux/tensile-fabric-structures).
- [16] <http://www.tricoshade.com/fabricarchitecture.htm>.
- [17] Fang R., (2008). *The Design and Construction of Fabric Structures*, B.Sc project, Department of Civil Engineering, Cornell University.
- [18] Sanchez J., Angel M. and Morer P.S., (2007). "A multi-step force density method and surface-fitting approach for the preliminary shape design of tensile structures", *Engineering Structures*, 29, 1966-1976.

# SEDIMENT VOLUME TEST FOR EXPANSIVE SOILS

Yesim GURTUG<sup>1</sup>, Esin BOZKURT<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Marmara University, Goztepe Campus Istanbul, TURKEY

<sup>2</sup>Department of Environmental Engineering, Marmara University, Goztepe Campus Istanbul, TURKEY

Presenter's e-mail address: *esin.bozkurt@marmara.edu.tr*

## ABSTRACT

Expansive soils contain minerals such as clays that are capable of absorbing water. These clay soils contain a variety of clay minerals such as kaolinite mineral and montmorillonite mineral. The more water soil absorbs the more volume of soil increases. The increased volume of Montmorillonite mineral is more than kaolinite mineral. Two different soils from Turkey (Standard Kaolinite and Bentonite soils) and two soils from Cyprus (soils Degirmenlik and Tuzla) were chosen and tested in laboratory by using Sediment volume test. For Soils Kaolinite, Degirmenlik, Tuzla and Bentonite, Free swell ratio (FSR) values were respectively 0.47, 1.26, 1.38 and 1.30. Free swell ratio of Kaolinite soil confirmed the test. Soils of Degirmenlik, Tuzla and Bentonite were mixed clay minerals (Kaolinitic and montmorillonitic).

**Key Words:** (*Swelling, Free swell ratio, Clay*)

## INTRODUCTION

Expansive soils are those soils which undergo significant volume changes when subjected to water intake. The upward and downward movement of soils causes a big damage to railways, highways and building constructions, resulting millions of dollars loss. Therefore identification and classification of them are essential for the suitable solutions and precautions to be undertaken.

In geotechnical engineering, clays are defined as those soils, which are composed predominantly of clay minerals, belonging to a larger mineral family called phyllosilicates. Clay minerals along with the associated exchangeable cations play a dominant role in controlling the physic-chemical and engineering behavior of fine-grained soils. Among the various types of clay minerals which are nothing but hydrous alumina silicates, kaolinite and montmorillonite represent the two extreme types and need major consideration. While kaolinite is almost inert material in terms of swelling, montmorillonite clay minerals play a very dominant role in contributing to swelling. The unit cell of montmorillonite mineral consists of an alumina octahedral sheet sandwiched between two silicate sheets. The bonding between the adjacent unit cells of montmorillonite mineral is through very weak van der Waals' forces. This is the primary reasons for swelling to take place.

The effects of dielectric constant of the pore medium on the equilibrium sediment volume of the kaolinitic and montmorillonitic soils are quite opposite to each other. The sediment volume in water is dominated by diffuse double layer water, whereas the sediment volume in kerosene is dominated by attractive forces leading to flocculent clay fabric. Kaolinitic soils show higher sediment volume in kerosene/carbon tetra chloride than in water, whereas this is opposite for montmorillonitic soils. FSR method of classifying the soil with respect to their swelling magnitude can be effectively used for classifying the degree of expansivity of natural fine-grained soils and also to obtain the clay mineralogical composition of such soils. Many laboratory tests were conducted to obtain useful information about the fine-grained soils with sediment volume test. Sediment volume test is preferable to use because it is user friendly and convenient way to calculate swelling capacity of soils.

In this study, it is intended to use FSR method for testing Standard Kaolinite and Bentonite soils from Turkey and soils Degirmenlik and Tuzla from Cyprus.

## TESTS OF SEDIMENT VOLUME

Before FSR test, Percent Free Swell Test, Differential Free Swell Test and Modified Free Swell Index Method were successively developed.

In Percent Free Swell Test procedure, the soil is dried before passing through a 425 $\mu$ m sieve. 10cm<sup>3</sup> of sample is



poured gently into a 100-mL jar. Jar is filled up to 100mL with distilled water. Soil is stirred in distilled water and jar is allowed for soil particles to settle in the jar. Free swell value (FSV) is the volume increasing at the percentage of initial volume. Swell property of soils was quantified by Holtz and Gibbs's (1956) volumetric method.

When percent free swell test is used, 10cm<sup>3</sup> volume of dry soil is decided by personal choice. Because of this limitation, Holtz and Gibbs have developed differential free swell (FSI) test. In this test, while one jar is filled up to 100mL with distilled water, other jar is filled with kerosene. FSI value is used for Indian soil classification system [1].

Having observed negative free swell index for kaolinite soils, Sridharan et al. [2] improved the test and produced the modified free swell index (MFSI) for classification of expansive soils. The tested materials are clay minerals kaolinite and montmorillonite with different proportions.

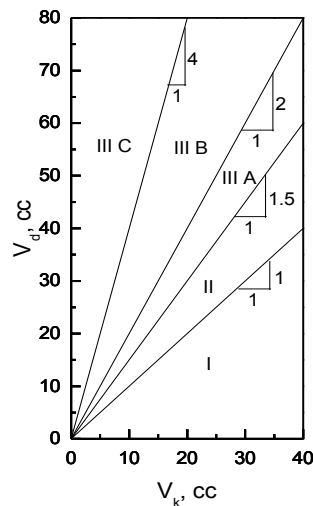
A meaningful and scientific rationale has evolved from the settling behaviour of fine grained soils to provide a sound scientific basis for the free swell ratio method. Sridharan and Prakash have defined a term Free Swell Ratio (FSR) as the ratio of equilibrium sediment volume of 10 g of oven dry soil passing 425 µm sieve in distilled water (V<sub>d</sub>) to that in carbon tetra chloride (V<sub>k</sub>) after an equilibration period of 24 h.[3]

$$FSR = V_d / V_k \quad (1)$$

Dominant clay mineral type can be predicted by using FSR (Table 2). Clay mineralogical composition of soils were determined by using FSR method [4]. Figure 1 helps to identify the dominant clay minerals if their sediment volume in kerosene (or carbon-tetra chloride) and in distilled water is known.

Table 2 Classification of expansive soil based on FSR [5]

Free swell Ratio	Clay type	Soil Expansivity	Dominant Clay Mineral Type
< 1.0	Non-swelling	Negligible	Kaolinitic
1.0 – 1.5	Mixture of swelling and non-swelling	Low	Mixture of kaolinitic and montmorillonitic
1.5 – 2.0	Swelling	Moderate	Montmorillonitic
2.0 – 4.0	Swelling	High	Montmorillonitic
> 4.0	Swelling	Very high	Montmorillonitic

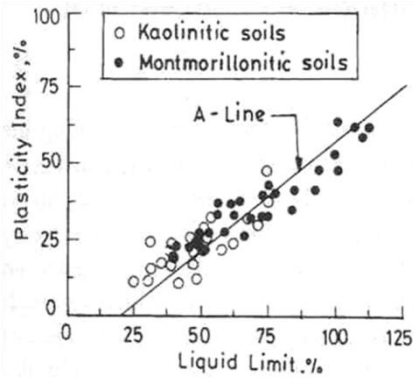


Soil Group	Soil Type
I	Kaolinitic
II	(Kaolinitic + Montmorillonitic)
III A	Moderately Swelling Montmorillonitic
III B	Highly Swelling Montmorillonitic
III C	Very Highly Swelling Montmorillonitic

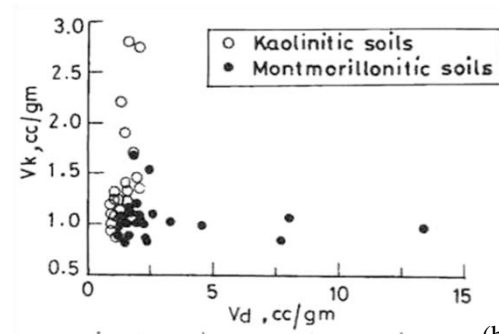
Figure 1 Shows graphically how different clay minerals are placed

## TEST RESULTS

Figure 2 (a) and (b) shows some typical test results which bring out the effectiveness of free swell values in water and in kerosene or carbon tetrachloride.



(a)



(b)

Figure 2 (a): Shows that although basically the soils are kaolinitic and montmorillonitic, the conventional classification chart does not differentiate them. [6] (b): Shows how the kaolinitic and montmorillonitic soils shown in figure 2 gets re-plotted between the sediment volume in kerosene (or carbon tetra chloride),  $V_k$  and  $V_d$ , sediment volume in distilled water [6].

Table 3 Some typical results of cohesive soils studied.

Soil	Specific Gravity (G)	Liquid limit $w_L$ (%)	Plastic limit $w_P$ (%)	Shrinkage limit $w_s$ (%)	Sediment volume in water (cc/g)	Sediment volume in $CCl_4$ (cc/g)	Free swell ratio	Grain size distribution	
								Clay size (%)	Silt size (%)
A	2.63	77	32	11.1	2.05	2.00	1.71	52.0	48.0
B	2.67	61	28	16.3	1.80	1.45	1.24	54.5	45.5
C	2.73	56	24	12.9	1.70	1.45	1.17	34.0	66.0
D	2.82	88	34	13.5	2.50	1.30	1.92	57.5	42.5

Soils A & D are montmorillonitic and soils B and C are Kaolinitic and montmorillonitic (mixed clay minerals). For Soils A and D, FSR values are 1.71 and 1.92. They are between 1.5 and 2.0 in Table 2 so the soils are montmorillonitic. For Soils B and C, FSR values are 1.24 and 1.17. They are between 1 and 1.5 in Table 2 so the soils are mixture of kaolinitic and montmorillonitic.

Table 4 The results of the present study.

Soil	Specific Gravity (G)	Liquid limit $w_L$ (%)	Plastic limit $w_P$ (%)	Shrinkage limit $w_s$ (%)	Sediment volume in water (cc/g)	Sediment volume in $CCl_4$ (cc/g)	Free swell ratio	Grain size distribution		
								Sand	Clay	Silt (%)
Kaolinite	2.65	28	21	22	1.90	4.05	0.47	12	30	58
Degirmenlik	2.74	37	24	16	1.62	1.27	1.26	13	35	52
Tuzla	2.77	53	28	16	2.07	1.5	1.38	10	42	48
Bentonite	2.5	98	40	23	2.8	2.15	1.30	1	75.5	23.5

Standard Kaolinite and Bentonite soils from Istanbul and soils Degirmenlik and Tuzla from Cyprus were tested in our laboratory. Kaolinite soil's Free swell ratio confirmed the test. Soils Degirmenlik, Tuzla and Bentonite were Kaolinitic and montmorillonitic (mixed clay minerals). For Soil Kaolinite, FSR value was 0.47. It was less than 1 in Table 2 so the soil was kaolinitic. For Soils Degirmenlik, Tuzla and Bentonite, FSR values were respectively 1.26, 1.38 and 1.30. They were between 1 and 1.5 in Table 2 so the soils were mixture of kaolinitic and montmorillonitic.

Neither liquid limit nor plastic limit and shrinkage limit can bring out the dominant clay mineral group.

## CONCLUSIONS

Sediment volume test starting from percent free swell test has been described. Free swell ratio (FSR) is the last version and very useful to express soil classification based on swelling degree. The objective of the methods might lie in soil classification compatible with traditional classification methods. The free swell ratio test will be valuable if used and processed correctly. Without the "free swell ratio" values the classification of soils is not complete. The increase in the volume of Montmorillonite mineral is more than the increase in the volume of kaolinite mineral.

Standard Kaolinite and Bentonite soils from Istanbul and soils Degirmenlik and Tuzla from Cyprus were tested. Soil Kaolinite identified correctly. Soils Degirmenlik, Tuzla and Bentonite were mixture of kaolinitic and montmorillonitic.

In addition to this, when compared with the conventional oedometer tests for the identification of the swelling soil, free swell tests are quick and cost effective.

## ACKNOWLEDGMENTS

The directorate of Scientific Research Projects (BAP) of Marmara University, grant number FEN-D-110315-0072, supported this project.

## REFERENCES

- [1] IS1498 (1970) (reaffirmed 1987), Indian Standard Classification and Identification of Soils for General Engineering Purposes, BSI, New Delhi.
- [2] Sridharan, A, Rao, SM, Murthy, NS (1985) Free Swell Index of Soils: A need for Redefinition, Indian Geotechnical Journal, 15:2:94-99.
- [3] Sridharan A, Prakash K (2000) Classification procedures for expansive soils , Journal of Institution of Civil Engineers, Geotechnical Engineering, 143:235-240.
- [4] Prakash, K, Sridharan, A (2004) Free Swell Ratio and Clay Mineralogy of Fine-Grained Soils, Geotechnical Journal, 27:2:220-225.
- [5] Sridharan A, Prakash, K (2000) Classification procedures for expansive soils , Geotech. Eng., 143:235-240.
- [6] Sridharan,A. (2015) Fourth IGS-Ferroc - Terzaghi Oration: 2014, Indian Geotechnical Journal ( Oct-Dec 2014) 44:371-399 )

### Learning Bayesian Networks from Classification trees and Expert knowledge: a preliminary study

Luisa Stracqualursi<sup>a\*</sup>, Patrizia Agati<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Department of Statistical Sciences "P. Fortunati", University of Bologna, via Belle Arti, 41 40126 Bologna, Italy

<sup>b</sup>Department of Statistical Sciences "P. Fortunati", University of Bologna, via Belle Arti, 41 40126 Bologna, Italy

---

#### Abstract

To address the classification problem when the number of cases is too small to effectively use just a single technique, this paper suggests to use a “hybrid” approach, that combines tree classifiers, expert knowledge and Bayesian networks. The output of the “hybrid” strategy takes the form of a Bayesian network, where the serious drawback of requiring huge amounts of data was overcome by coupling the network with another classifier and using expert knowledge. The technique was applied to two clinical case-studies and its predictive performance was compared with the performances of the single approaches. The results show that the proposed technique benefits from several advantages of the three single approaches and outperforms all of them: it shows a better sensitivity, that plays a crucial role in classifying new patients into the high-risk category, and is competitive with regards to specificity. Therefore, even though additional studies are needed to validate the “hybrid” approach, it seems a promising technique to develop reliable classification systems for small datasets.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Keywords: Small datasets; Classifiers; Bayesian Networks

---

#### 1. Introduction

The development of reliable decision-support systems that assist decision-makers in classifying tasks is a common goal of many studies. In literature, there exists a number of popular algorithms for classification [1] whose performances are very attractive whenever large datasets and, consequently, large amounts of information are available. However, when the condition of interest does only occur rarely in the statistical population and datasets include data of just a few hundred individuals, the most common rule-based algorithms and machine-learning models for classification give unstable results, and developing effective decision-support systems becomes scientifically challenging [2].

In this paper, a “hybrid” approach is proposed to address the classification problem when the sample size is too small. It consists in learning a Bayesian network (BN) from two sources: a classification tree and a number of expert opinions. The probabilistic reasoning of a BN allows to capture the complexity of the relations between variables, while its graphical nature clearly displays the links between different elements of the system; besides, a BN can accommodate a variety of knowledge sources and can be readily updated when new knowledge become available [3]. On the other hand, its serious drawback of requiring huge amounts of data to properly learn about the structure and parameters of the system, can be overcome by the use of classification trees, whose recursive partitioning provides classification rules generally having a simple and direct interpretation, and expert knowledge, that is not an automated machine algorithm and, maybe just for this reason, can offset lack of data against experience and intuition. The paper is organized as follows: the case studies used as reference are described in Section 2, while the “hybrid” classification technique is outlined in Section 3, together with results and conclusions.

#### 2. Case studies: a brief description of the datasets

Two clinical case studies were used as typical problems to test the feasibility and the performance of an “hybrid” classification technique: “rare cancer” and “Hodgkin Lymphoma”. The main focus of both studies was the development of an effective decision-support system aimed to an early classification of the patients affected by the pathology of interest into risk categories. The relevance of such a classification is related to the crucial

role it plays in detecting the most suited treatment for each individual and, consequently, achieving a satisfying prognosis of the patient's chances of survival.

The datasets consisted of 180 and 208 patients, respectively; a number of clinical and biological variables: 29 for rare cancer data (case a) and 37 for Hodgkin Lymphoma (HL) data (case b) were investigated as potential risk factors for progression or recurrence of the disease. In "rare cancer" data, since the clinical study is still in progress, most of the risk factors will be denoted in the following by codes or acronyms, due to confidentiality reasons. This dataset included as variables: the standard diagnostic test (SP), whose results are currently used by clinicians to predict whether a new patient is at high-risk for progression or recurrence of the disease; clinical stage, histological type and sub-type of the disease; presence or absence of bulky (presence/absence of tumor masses measuring at least 10 cm in diameter), infiltration, symptoms and additional therapy; age of the patient. In HL dataset, input variables included the Positron Emission tomography after two months of the start of chemotherapy (PET2) whose results are currently used by clinicians to predict risk-class of a new patient; clinical stage, histological type and sub-type; presence or absence of bulky, infiltration in marrow, symptoms and radiation therapy. Both datasets included as variables: percentages of neoplastic cells (NEO variables); percentages of positive cells in the microenvironment (MR variables) and their morphological patterns (MPH variables). Clinically significant intervals are commonly identified in diagnostic practice to categorize variables measuring percentages of cells: the advantage is the opportunity to discover, reveal and clearly represent patterns and trends in data, and possibly use them to improve the classification process. For this reason, despite the waste of information, MR and NEO variables were categorized according to the intervals suggested by clinicians and treated as ordinal variables in the statistical analysis. Descriptive statistics for input and response variables, (RESPONSE) and (EVENT) respectively, are displayed in Table 1.

### 3.The hybrid classification technique: outline and results

Classification and Regression Tree (CART) analysis [4] was used to detect possible markers of recurrence/progression of disease and to produce an accurate data partitioning scheme that enabled us to distinguish possible high-risk patients from low-risk patients. Once coded the response variable as  $Y = 1$  for the

Table 1. Descriptive statistics including incidence of missing values (NA). Rare cancer (a) and Hodgkin Lymphoma (b)

Dataset	Variable names	Type	No. of cases	Min	Q <sub>1</sub>	Median	Q <sub>3</sub>	Max	No. of valid cases	NA	% NA
(a)	RESPONSE	binary	2						180	0	0.00
	SP	binary	2						180	0	0.00
	CLINICAL_STAGE	ordinal	4	1	2	2	3	4	179	1	0.56
	HIST_TYPE	nominal	5						180	0	0.00
	SUB_HIST_TYPE	nominal	12						180	0	0.00
	BULKY	binary	2						180	0	0.00
	INFILTRATION	binary	2						180	0	0.00
	SYMPTOMS	binary	2						180	0	0.00
	ADD_THERAPY	binary	2						174	6	3.33
	VAR1_NEO	ordinal	6	0	0	1	4	5	151	29	16.11
	VAR2_NEO	ordinal	6	0	0	0	0	5	176	4	2.22
	VAR3_NEO	ordinal	3	0	0	0	0	5	159	21	11.67
	VAR4_NEO	ordinal	6	0	0	0	1	5	156	24	13.33
	VAR5_NEO	ordinal	6	0	0	3	4	5	168	12	6.67
	VAR6_NEO	ordinal	6	0	0	2	4	5	167	13	7.22
	VAR7_NEO	ordinal	6	0	0	4	5	5	163	17	9.44
	VAR8_NEO	ordinal	6	0	2	3	4	5	170	10	5.56
	VAR9_NEO	ordinal	6	0	0	2	5	5	169	11	6.11
	VAR10_NEO	ordinal	2	0	0	0	0	5	155	25	13.89
	VAR11_NEO	ordinal	6	0	0	0	4	5	141	39	21.67
	MPH1	nominal	2						135	45	25.00
	MPH2	nominal	4						169	11	6.11
	MPH3	nominal	5						155	25	13.89
	MPH4	nominal	3						156	24	13.33
	MR5	ordinal	5	0	0	1	1	4	177	3	1.67
	MR6	ordinal	4	1	1	2	2	4	137	43	23.89
MR7	ordinal	6	0	1	1	2	5	138	42	23.33	
MR8	ordinal	5	0	1	1	2	4	136	44	24.44	
MR9	ordinal	6	0	0	0	1	5	176	4	2.22	
AGE	continuous	—	15	24	32	41	80	180	0	0.00	
(b)	EVENT	binary	2						208	0	0.00
	PET2	binary	2						208	0	0.00
	SUBTYPE	nominal	5						208	0	0.00
	SUB_SUBTYPE	nominal	13						208	0	0.00
	BULKY	binary	2						208	0	0.00
	MARROW	binary	2						208	0	0.00
	B_SYMPTOMS	binary	2						207	1	0.48
	RT	binary	2						200	8	3.85
	STAGE	ordinal	4	1	2	2	3	4	208	0	0.00
	BCL2_neo	ordinal	6	0	0	1	4	5	175	33	15.87
	CD20_neo	ordinal	6	0	0	0	0	5	204	4	1.92

EBER_neo	ordinal	3	0	0	0	0	5	184	24	11.54
P53_neo	ordinal	6	0	0	0	0	1	5	180	13.46
TOP2A_neo	ordinal	6	0	0	3	4	5	192	16	7.69
CDC2_neo	ordinal	6	0	0	2	4	5	193	15	7.21
MAD2_neo	ordinal	6	0	0	4	5	5	189	19	9.13
RRM2_neo	ordinal	6	0	2	3	4	5	197	11	5.29
STAT1_neo	ordinal	6	0	0	1	5	5	195	13	6.25
SAP_neo	ordinal	2	0	0	0	0	5	179	29	13.94
BCL11A_neo	ordinal	6	0	0	0	4	5	166	42	20.19
BCL11A_mph	nominal	3						208	0	0.00
STAT1_mph	nominal	5						208	0	0.00
SAP_mph	nominal	6						208	0	0.00
PD1_mph	nominal	4						208	0	0.00
ALDH1A1_mr	ordinal	5	0	0	1	1	4	205	3	1.44
CD68PGM1_mr	ordinal	4	1	1	2	2	4	161	47	22.60
CD68KP1_mr	ordinal	6	0	1	1	2	5	159	49	23.56
CD163_mr	ordinal	5	0	1	1	2	4	158	50	24.04
GRANULOCYTES	ordinal	6	0	0	0	1	5	203	5	2.40
TIA_1	continuous	--	1	122.25	204.58	325.00	831.50	176	32	15.38
GyB	continuous	--	0	0.33	2.50	10.50	437.00	181	27	12.98
PERFORIN	continuous	--	0	0.00	1.33	12.00	429.50	179	29	13.94
FOXP3	continuous	--	20	203.50	341.00	540.83	1843.0	176	32	15.38
RAPP_FOXP3_TIA1	continuous	--	0	0.81	1.71	4.42	144.00	166	42	20.19
ARGINASI	continuous	--	0	1.00	2.69	11.31	152.00	150	58	27.88
ARGINASI_STROMA	binary	2						156	52	25.00
ARGINASI_neo	binary	2						156	52	25.00
AGE	continuous	--	14	24	32	42	80	208	0	0.00

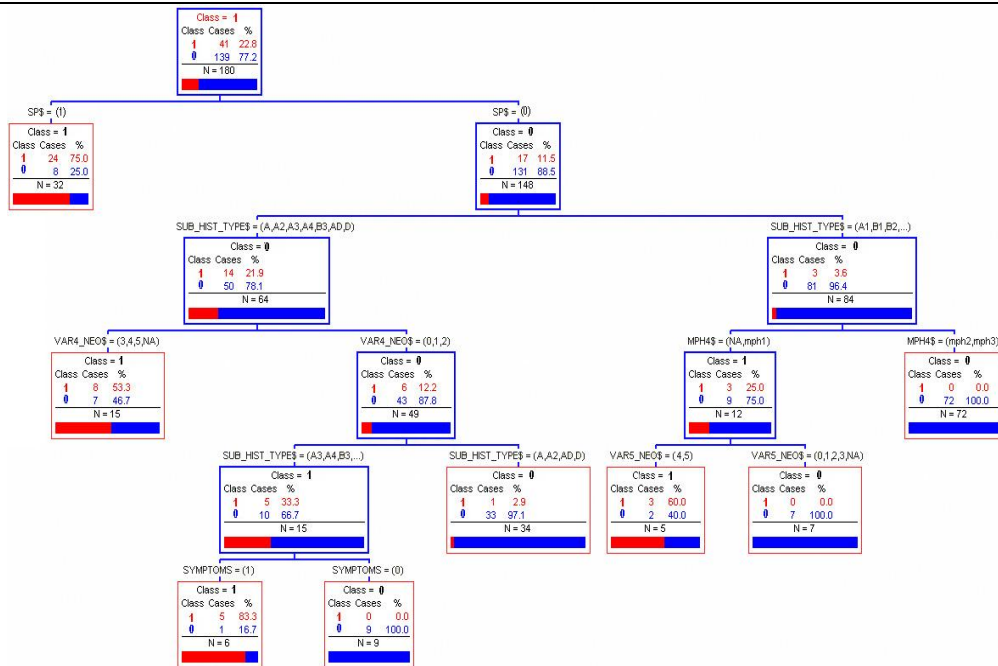


Fig. 1a. Rare cancer data: 10-fold cross-validated classification tree

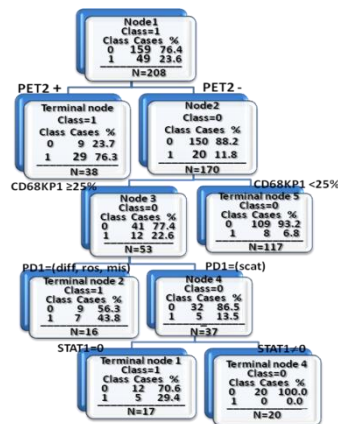


Fig. 1b. Hodgkin Lymphoma data: 10-fold cross-validated classification tree

recurrence or progression of the disease, and  $Y = 0$  for any other possible outcome, the strategy was to grow the tree by adopting the symmetric Gini impurity index as a recursive splitting criterion and stopping tree growth when the minimum sizes of 10 and 6 units were achieved. The tree was pruned in both studies using 0-SE rule. The results, validated via 10-fold cross-validation, are shown in Fig 1a and 1b, respectively. CART analysis was performed with Salford Predictive Modeler 7.0 (Salford System, San Diego, CA).

On this basis, a Bayesian network was built for each dataset (Fig. 2), consisting in both cases of just three nodes. A node was represented by the classification tree: it was inserted as a whole in the Bayesian network, where appears as a new variable; the other two nodes were represented by the variables SP and BULKY in the case study a); by the variables PET2 and STAGE of the disease (both picked by clinicians on the basis of their experience and knowledge of technical literature) in the case study b). Analyses were performed with BayesiaLab 5.0, adopting the *minimum description length* (mdl) score for model selection, the “junction tree” algorithm for exact inference and a probability threshold equal to 0.5 to classify a patient in class 0 or 1.

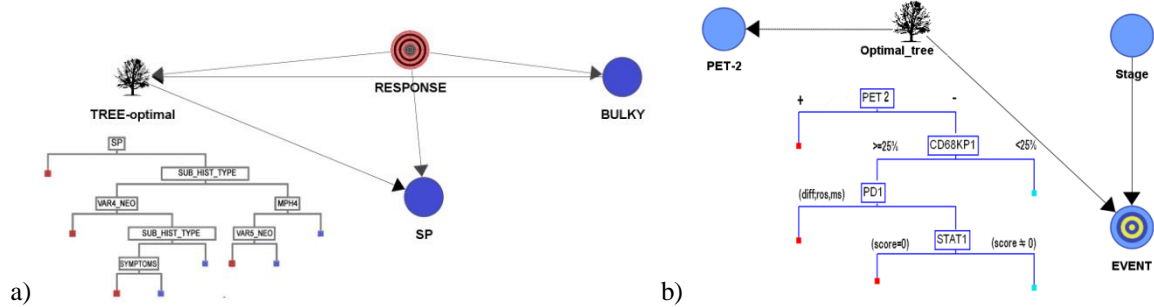


Fig. 2. Hybrid Bayesian Networks: Rare cancer data (a) and Hodgkin Lymphoma (b)

Results were validated via 10-fold cross-validation [5] (Tab. 2, (a) and (b)) and the predictive performance of the “hybrid” strategy was compared with the performances of each single involved approach. The results show that the proposed technique allows to gain several advantages and outperforms all of the single approaches: it showed a better specificity (to which special attention was paid, due to the seriousness of a misclassification of high-risk patients) and was competitive with regards to sensitivity. Therefore, even though additional studies are needed to validate the “hybrid” approach, it seems a promising technique to develop reliable classification systems for small datasets.

Table 2. CART and BN misclassification count and rates. Rare cancer (a) and Hodgkin Limphoma (b)

Case studies	Class	No. of cases	CART		BN	
			Counts( <i>n</i> )	Rates (%)	Counts( <i>n</i> )	Rates (%)
(a)	0	139	22	15.8	18	12.9
	1	41	10	24.4	1	2.4
	Tot.	180	32	17.8	19	10.6
(b)	0	159	26	16.3	22	13.8
	1	49	11	22.4	10	20.4
	Tot.	208	37	17.8	32	15.4

## References

- [1] Mazid, M. M., Shawkat Ali S. A. B. M. and Tickle K. S. (2010), Input space reduction for Rule Based Classification. WSEAS *Transactions on Information Science and Applications*, Vol. 7, Issue 6, 749-759.
- [2] Lucas, P. (2001), Expert Knowledge and Its Role in Learning Bayesian Networks in Medicine: An Appraisal, *Artificial Intelligence in Medicine*, Lecture Notes in Computer Science, Volume 2101, 156-166.
- [3] Neapolitan, R.E. (2003). *Learning Bayesian Networks*, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [4] Friedman, J., Olshen, R. and Stone C. (1984), *Classification and Regression Trees* by Leo Breiman, New York, Chapman and Hall/CRC.
- [5] Picard, R. and Cook, D. (1984), Cross-Validation of Regression Models, *Journal of the American Statistical Association*, 79 (387): 575–583.

## Measuring social inequality: Comparison of Gini coefficient and Theil index

Valentina Sokolovska, Žolt Lazar, Aleksandar Tomašević\*

*University of Novi Sad, Faculty of Philosophy, Zorana Djindjica 2, Novi Sad 21000, Serbia*

*\* Corresponding author. Tel.: +381691196392;*

*E-mail address: atomashevic@gmail.com*

## Measuring social inequality: Comparison of Gini coefficient and Theil index

---

### Abstract

The paper considers distribution of certain parts of economic structure of the Roma according to the regions in two Southeast European countries: Serbia and Croatia. The research is based on the analysis of the employed active Roma who participate in the distribution of economic wealth, and a share of high school and university students older than 15, as a part of economically inactive population who could potentially count on a share of the economic wealth. The data from 2011 Census conducted on the territories of the Republic of Serbia and the Republic of Croatia were used as a basis of the research. The comparison was made by using Gini coefficient and Theil index, which are more appropriate for the analysis of wealth distribution between different regions and countries. The results shows that the difference in the regional distribution between the Roma and the total population is much lower in Serbia than in Croatia. Since Gini coefficient is sensitive to changes of inequality around mode/median, thus Theil index takes into account the variability between and within the studied groups, so we regard it as more precise and recommend it in research of social inequality, especially for data that show large variability. While Gini coefficient facilitates direct comparison of two populations, regardless of their size, Theil index is a better tool for the analysis of regional inequality as it suggests the relative importance of spatial dimension of inequality.

*Keywords: Inequality-based measures; Roma people; Serbia; Croatia; Cross-regional research.*

### 1. Introduction

Distribution of the national income and wealth has long attracted the attention of both scientists and the general public (Clarke et al., 2003). However, Addison et al. (2001) rightly pointed out that social inequality has increased in all societies since the last decades of 20th century. Economic growth depends on the level of inequality in wealth distribution, so high inequality in wealth distribution stunts the economic growth, while moderate distribution accelerates it. The consequences of unequal distribution of social wealth are visible in all populations, being particularly pronounced in marginalised social groups.

One of the most frequently applied approaches of measuring social inequalities is the analysis of individuals' incomes. However, social inequality is a much broader concept than economic inequality. By attempting to highlight the complexity of the concept of inequality, Cowell (Cowell, 2008) explains the opposite term – social equality. The author provides nine separate aspects of social equality, including the avoidance of income and wealth crystallisation, as equality of individuals (or social groups) in access to education, political power, social acceptability, etc. In this paper, therefore, social inequality is analysed in terms of access to education and the share of the employed in the entire population.

On the other hand, analysis of social inequality is usually conducted through measures of concentration, but Coll (2011) warns that an indicator of inequality is reliable if it satisfies the transfer principle, scale independence, anonymity and population independence. Gini coefficient and Theil index satisfy these four properties, allowing for the comparison of wealth distribution between different regions and countries. Many researchers frequently use Gini coefficient in their research, due to easier calculation and the possibility of graphical representation (Lorenz curve). Is Gini coefficient appropriate for measuring economic inequality or should it be supplemented by some more accurate indicators? We propose the introduction of standardised Theil index, which – compared to Gini coefficient – offers the possibility of decomposition to the components that show variability within and between groups. The values obtained using Theil index are therefore more precise and they better explain unequal participation of social groups in distribution of economic wealth.



## 2. Data collection

The paper considers distribution of certain parts of economic structure of the Roma according to the regions in two Southeast European countries: Serbia and Croatia. In addition, these two countries have different statuses in the European Union: Croatia is a full member, while Serbia is a candidate for accession to the European Union. The Roma are traditionally the most marginalised group on the territory of Europe, thus least participating in the distribution of economic wealth. The research is based on the analysis of the employed active Roma who participate in the distribution of economic wealth, and a share of high school and university students older than 15, as a part of economically inactive population who could potentially count on a share of the economic wealth. In order to obtain a better insight into the social status of the Roma, the studied parts of population are compared with the share of the employed and the share students in the entire population. Identical types of data were collected for the entire population of both Serbia and Croatia with the purpose of making a comparison of the results for the Roma population. The data from 2011 Census conducted on the territories of the Republic of Serbia and the Republic of Croatia were used as a basis of the research. The census results were grouped according to the districts formed by NUTS 3 categories (Nomenclature of Territorial Units for Statistics). The results for Serbia are thus grouped into 25 groups (districts), while in Croatia there are 21 groups.

## 3. Results

In our previous research (Sokolovska, Jarić 2014) we showed that the Roma are the people with traditionally low level of education, which is the fact we use to explain the reason for their marginalisation. The results of Gini coefficient, shown in Figure 1, show that the regional distribution of the Roma who are educated (red line) is very different. By comparing the countries, we can see that in Serbia this distribution is more uniform than in Croatia. On the other hand, in Croatia there is much greater uniformity among the municipalities, considering the number of high school and university students of the total population older than 15 years of age. However, when the Roma population is compared to the total population (black line), we get a more precise picture of social inequalities analysed in terms of education. The difference in the regional distribution between the Roma and the total population is much lower in Serbia than in Croatia.

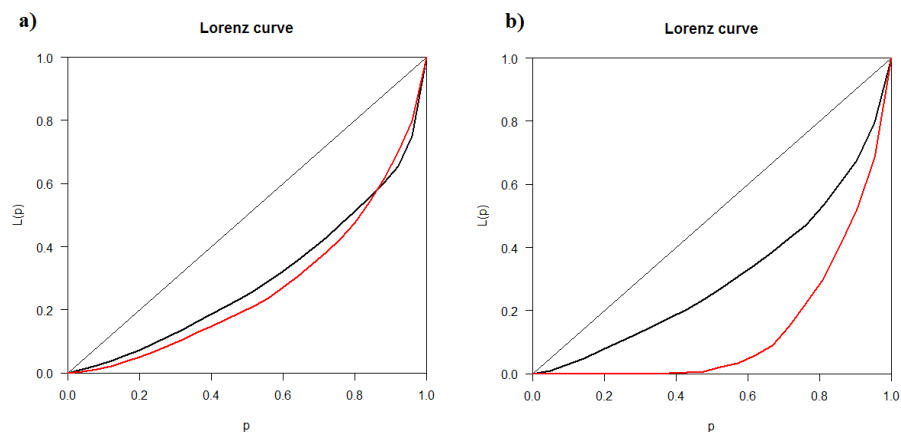


Fig. 1. (a) Share of high school and university students older than 15 in Roma and the entire population in Serbia;

(b) Share of high school and university students older than 15 in Roma and the entire population in Croatia.

Gini coefficient for the employed Roma in Serbia is 0.465, in Croatia has the value of 0.660. Since the increase of inequality causes the increase of the value of the index, it can be concluded that the participation of the Roma in distribution of economic wealth is much less in Croatia than in Serbia (Figure 2).

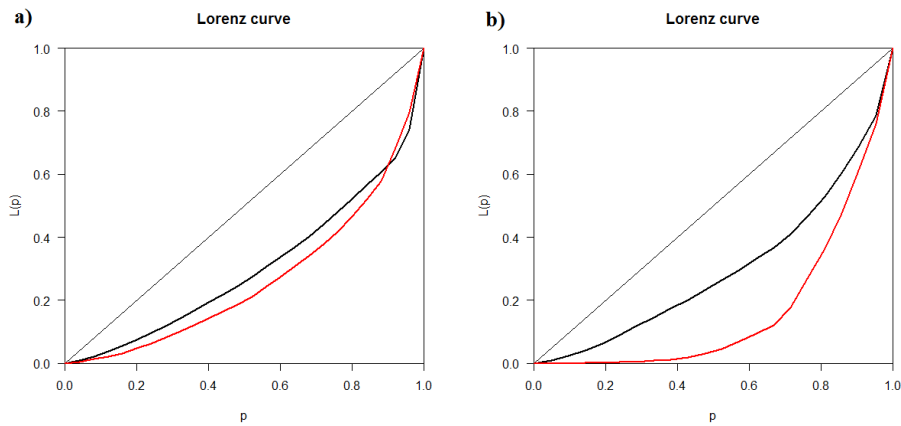


Fig. 2. (a) The share of the employed Roma and the entire population in Serbia;

(b) The share of the employed Roma and the entire population in Croatia.

As Gini and Theil indices are compatible measures, since they can take values from 0 to 1, it is expected that the ranks calculated on the basis of their results are the same. However, as Allison (Allison, 1978) explains, when one Lorenz curve dominates the other (one is above the other), the ranks always give the same ordering. In the case when the Lorenz curves intersect (Figure 1a and 2a), the ranks do not have to coincide (Table 1).

Comparing the results, we can see that Theil index in all cases, except for the employed Roma in Croatia, had lower values than Gini coefficient. This difference in values was due to large variability in our data. Since Gini coefficient is sensitive to changes of inequality around mode/median, and Theil index takes into account the variability between and within the studied groups, we regard it as more precise and recommend it in research of social inequality, especially for data that show large variability.

Table 1. Values of Gini and Theil coefficients

Country	Population	Variable	Gini	Rank of G	Theil	Rank of T
Serbia	Entire	Employed	0.394	2	0.369	4.5
		Students	0.405	4	0.368	3
	Roma	Employed	0.465	6	0.397	6
		Students	0.455	5	0.369	4.5
Croatia	Entire	Employed	0.397	3	0.295	2
		Students	0.384	1	0.279	1
	Roma	Employed	0.660	7	0.699	8
		Students	0.714	8	0.579	7

#### 4. Conclusions

While Gini coefficient facilitates direct comparison of two populations, regardless of their size, Theil index is a better tool for the analysis of regional inequality as it suggests the relative importance of spatial dimension of inequality.

Based on the results of Theil index in Table 1, it can be concluded that on the territory of the Republic of Croatia there is the greatest regional uniformity among high school and university students and the employed in the general population, but also the largest regional disparities in terms of the share of Roma high school and university students, as well as the employed Roma. In the case of Serbia, regional differences are not as pronounced as in Croatia. The disproportion of Roma participation in the educational process and the employed population is relatively small compared to the population in general. Regional uniformity is the highest among high school and university students, while it is the most pronounced among the employed Roma.

## Acknowledgements

This article is the result of work on projects “The importance of participation in social networks for adapting to European integration processes” and “Sociological aspects of regionalization: the comparative analysis”, financially supported by the Ministry of Education, Science and Technological Development of the Republic of Serbia and the Provincial Secretary of Science and Technological Development of the Government of Autonomous Province of Vojvodina.

## References

- Allison, D. P. (1978). Measures of Inequality. *American Sociological Review* 43(6): 865-880.
- Addison, T. & A. G. Cornia (2001). *Income Distribution Policies for Faster Poverty Reduction*. WIDER Discussion Paper No 2001/93, World Institute for Development Economic Research.
- Clarke, G. R., Zou, H. F., & Xu, L. C. (2003). *Finance and income inequality: test of alternative theories* (Vol. 2984). World Bank Publications.
- Coll, J. A. C. (2011): Understanding income inequality: concept, causes and measurement. *International Journal of Economics and Management Sciences* 1(3): 17-28.
- Sokolovska, V. and I. Jarić (2014). Educational and economic status of roma in Serbia and its regional distribution. *Sociological Review* 48(3): 383-395.

## CHEMISTRY

### EXPERIMENTAL OPTIMIZATION OF PROCESS PARAMETERS ON RESISTANCE SPOT WELDING SHEAR STRENGTH BASED ON TAGUCHI METHOD

Ömer SAVAŞ<sup>\*1</sup>, Faruk VAROL<sup>2</sup> and Salim ASLANLAR<sup>3</sup>

<sup>\*1</sup>*Yildiz Technical University, Naval Architect and Marine Engineering Faculty, 34349, İstanbul, Turkey  
osavas@yildiz.edu.tr.*

<sup>2</sup>*Sakarya University, Vocational School of Karasu, Karasu, Sakarya, Turkey  
fvarol@sakarya.edu.tr*

<sup>3</sup>*Sakarya University, Department of Metallurgical and Materials Engineering, 54187 Sakarya, Turkey  
aslanlar@sakarya.edu.tr.*

#### Abstract:

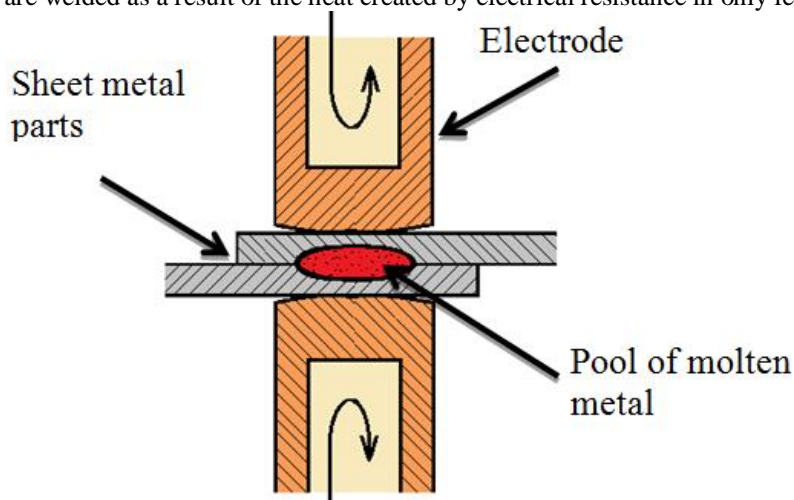
In this study, the effects of weld parameters on tensile-shear strength of welded assemblies in electrical resistance spot welding of galvanized DP 600 steel sheets were investigated. Taguchi design method has been employed to examine the effects of four parameters of welding current, electrode pressure, welding time, and clamping time using the  $L_9(4^3)$  orthogonal array. Results showed that the most effective parameters on the tensile shear (T-S) strength were found as welding current and welding time, whereas electrode pressure and clamping time were less effective factors. Max. 432 MPa strength was obtained through proposed optimum conditions by Taguchi technique.

*Keywords: resistance spot welding, tensile shears strength, Taguchi method*

#### 1. Introduction

Electrical Resistance Spot Welding (ERSW) has low cost, high speed and suitability for automation, so it is extensively used on auto-body assemblies. ERSW process is based on the electrical resistance of the components to generate heat when a current is passed through them [1]. Galvanized steel sheets have good weld ability and corrosion resistance. Thus, they are used in automobile bodies [2].

In the Electrical Resistance Spot Welding, the sheet metal parts are held together under pressure between two electrodes and they are welded as a result of the heat created by electrical resistance in only few seconds (Fig. 1).



**Figure1. The Schematic representation of electrical resistance spot welding.**

High current intensity (1A - 100 A) and low voltage (1-30 V) is required in order to obtain a local pool of

molten metal in RSW process. The heat generated (Q) occurs according to the following Eq. (1) [2].

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t \quad (1)$$

Where Q= heat generated, Joules (J); I= current, amperes (A), R= resistance of the sheet metal parts, ohms ( $\Omega$ ); t= time duration of current, seconds (s)

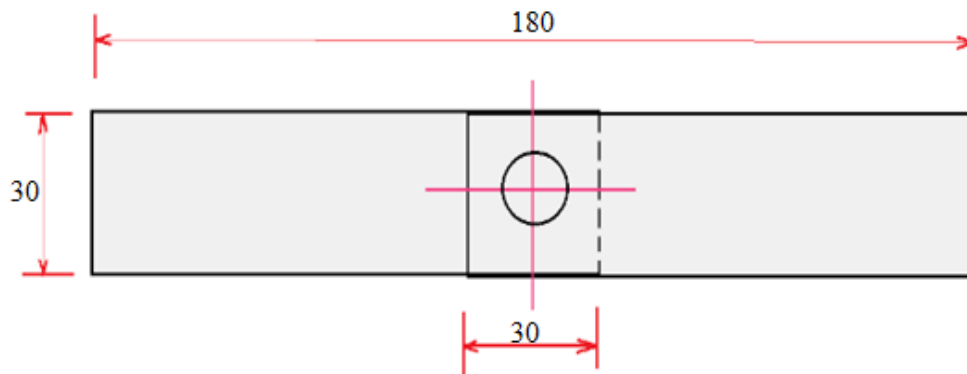
Aslanlar et al. [3] have worked investigated that on the effects of welding time and welding current on the quality and the tensile strength of welding joints in ERSW of chromate micro-alloyed steel sheets having 1.2 mm thicknesses. The welding joints were exposed to tensile-peel (T-P) and tensile-shear (T-S) strength tests to obtain the optimal process parameters. The results showed that the optimum welding current and welding times were required to obtain the highest the T-P and T-S strength of weld joints.

Aslanlar [2] has researched effects of welding current and welding time on the tensile-peel (T-P) strength and tensile-shear (T-S) strength of welding joint in ERSW of chromided micro-alloyed steel sheets and galvanized chromided micro-alloyed steel sheets having different thicknesses. The optimum welding parameters were suggested by using related diagrams to get appropriate tensile strength of weld joints.

Previous studies have made to establish an optimization of tensile-shear (T-S) strength of RSW for galvanized steel using Taguchi method. The results showed that the effective parameters on T-S strength were determined as welding current, electrode pressure, welding time, clamping time and holding time. The results also indicated that Taguchi approach was effectively used for optimization of welding parameters in RSW process [4 and 5]. In this work, effects of some parameters such as the welding current, electrode pressure, welding time, and clamping time on tensile-shear strength of welded assemblies by ERSW was investigated. Taguchi's experimental design has been used to obtain an optimal experimental prescription in order to determine max T-S strength of the welded assemblies.

## 2. Experimental Work

Galvanized DP 600 steel sheet which widely preferred in car fabrication was used in this study. The spectrometric analysis of them was given in Table 1. The work pieces are prepared as shown in Fig. 2 and cleaned ultrasonically.

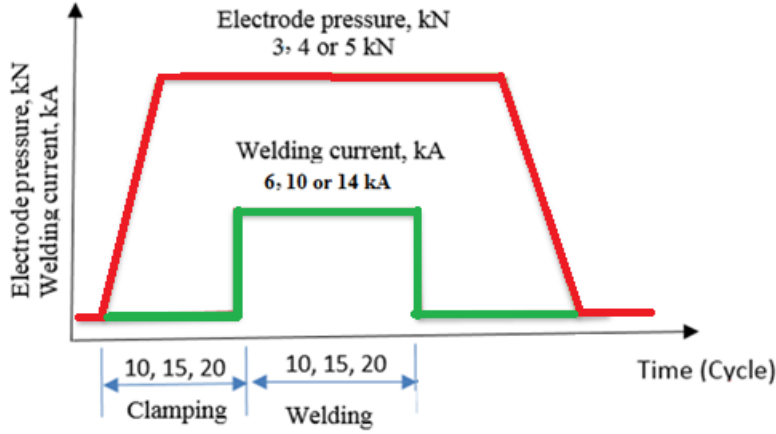


**Figure2. The sizes of T-S test specimens**

**Table1. Chemical composition of work piece materials**

C	Si	Mn	Cr	Al	Cu	Mo	balance
0.0544	0.158	1.840	0.0967	0.0277	0.0212	0.155	97.647

A current and timer controlled welding machine which has 120 kVA capacity and pneumatic application mechanism was used in experimental works. The work pieces were welded with changing electrode force, welding current, holding time and fixing electrode diameter at 12 mm sphere, and cooling water flow rate during experiments. The welding period applied was shown in Fig. 3.



**Figure3. Period applied for spot welding**

The welded work pieces were performed to tensile-shear tests by in a 50kN computerized universal testing machine in order to determine T-S strength of the welded assemblies. The tensile speed was kept constant at a crosshead of 10 mm/min at room temperature.

Taguchi's method has been used for a wide range of industrial applications to optimize performance quality [6]. The welding experiments were designed to apply the Taguchi's methods to establish the effect of welding parameters on the T-S strength of the welded assemblies and determine the optimum welding conditions in order to achieve max tensile-peel strengths. In this study, the welding process parameters include the welding current, electrode pressure, welding time, and Clamping time. Each parameter has three levels as shown in Table 2.

**Table2. Process parameters and their levels**

Factors	Symbols	Level 1	Level 2	Level 3
Welding current, kA	A	6	9	13
Electrode pressure, kN	B	3	4	5
Welding times, period	C	10	15	20
Clamping time, period (1/50 s)	D	10	15	20

An  $L_9(4^3)$  orthogonal array table has been employed in the design of the experiments which includes only 9 trials as seen Table 3. Using the average T-P strength values from the measurements, signal-to-noise (S/N) ratios were calculated by Eq. (2) and presented in relevant tables. The S/N ratio calculation is based on the "higher is better" approach as represented by Eq. (2).

$$S/N = -10 \log \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y^2} \right) \quad (2)$$

Where n is the number of measurements in a trial and y is the value of measurement in a trial.

In order to determine the importance of the factors, analysis of variance statistical method (ANOVA) was prepared using the signal-to-noise (S/N) ratio values. ANOVA employs Eqs. (3)-(7) [6]

$$SS_T = \left[ \sum_{i=1}^N (S/N)^2 \right] - \frac{T^2}{N} \quad (3)$$

$$SS_A = \left[ \sum_{i=1}^{K_A} \left( \frac{A_i^2}{n_{A_i}} \right) \right] - \frac{T^2}{N} \quad (4)$$

$$v_{Total} = N - 1 \quad (5)$$

$$V_{Factor} = \frac{SS_{Factor}}{v_{Factor}} \quad (6)$$

$$F_{Factor} = \frac{V_{Factor}}{V_{Error}} \quad (7)$$

Where, N is the total number of experiments,  $SS_T$  is the sum of squares due to total variation,  $K_A$  is the number of levels for factor A,  $SS_A$  represents the sum of squares due to factor A.  $n_{Ai}$  is the number of samples for  $i$ th level of factor A.,  $A_i$  stands for the sum of the total  $i^{th}$  level of the factor A., T is the sum of total (S/N) ratio of the experiments,  $v_{total}$  is the degrees of freedom,  $SS_{factor}$  represents the sum of squares of the factor and  $F_{factor}$  is the F ratio of the factor,  $V_{factor}$  is the variance of the factors.

### 3. Results and Discussion

Table 3 shows the average T-S strength of the welded assembly values measured for each trial. The average T-S strength values and S/N ratios for each trial are also presented in the last two columns, respectively. T-S strength values measured were varied between 354.00 MPa and 446.72 MPa as seen Table 3. The highest strength was obtained from trial 7 and the lowest strength obtained from trials 3. These results are also in good agreement with previous works reported by Aslanlar et al. [2 and 3] They are reported the welding current and welding time were significant factors on T-S strength of the welded assemblies in ERSW.

**Table3.  $L_9(4^3)$  orthogonal design array, measured T-S strength of the welded assemblies, and S/N ratios**

Exp. No	Welding current, kA	Electrode pressure, kN	Welding times, period	Clamping time, period	Tensile-shear strength, MPa	S/N ratio
	A	B	C	D		
1	6	3	10	20	378.80	51.57
2	6	4	15	15	377.08	51.53
3	6	5	20	10	354.00	50.98
4	9	3	15	10	422.45	52.52
5	9	4	20	20	431.41	52.70
6	9	5	10	15	441.20	52.89
7	13	3	20	15	446.72	53.00
8	13	4	10	10	420.78	52.48
9	13	5	15	20	427.00	52.61

Table 4 shows the analysis of variance table (ANOVA) which was prepared using S/N ratio. According to the ANOVA table, the high contribution and variance of factors A and C indicate that the welding current and welding times are significant at least 99% confidence. The electrode pressure (B) is the effective factor at least 90% confidence. Clamping time (D) has less influence factors on T-S strength. Clamping time (D) are pooled (insignificant factors ignored) In order to demonstrate the effect of the parameters of welding current (A), welding times (B), and electrode pressure(C).

**Table4. Analysis of variance (ANOVA)**

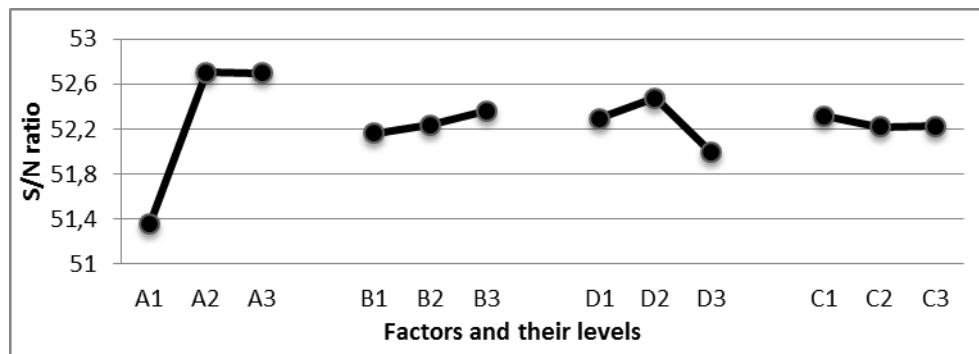
	Factors	Sum of squares (SS)	Degrees of freedom (v)	Variance (V)	F(factor)
A	<sup>(s)</sup> Welding current	3.59	2	1.80	210.28
B	<sup>(#)</sup> Electrode pressure	0.06	2	0.03	3.62
C	<sup>(s)</sup> Welding times	0.36	2	0.18	20.78
D	<sup>(e)</sup> Clamping time	0.02	2	0.01	1.00
	Total	4.01	6	0.67	
	Error (e)	0.02	2	0.01	

<sup>e</sup> pooling, <sup>s</sup> At least 99% confidence (10.92), <sup>&</sup> At least 95% confidence (5.14), <sup>#</sup> At least 90% confidence (3.46).

**Table5. Factors response table**

Level	Factors			
	A	B	C	D
1	51.36	52.16	52.29	52.31
2	52.70	52.24	52.47	52.22
3	52.70	52.36	51.99	52.23
	1.34	0.20	0.48	0.10
Rank	1	3	2	4

Using the values in Table 3, the corresponding S/N response table and S/N response graph were derived as shown in Table 5 and Fig. 4 respectively. According to the Taguchi method, this study defines the high tensile-shear strength with a high S/N ratio. Thus, Fig. 4 reveals the optimal combination of experimental parameters and the corresponding values of each factor. These are A<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>2</sub> and D<sub>1</sub> for obtaining the highest the T-S strength of welded assembly.



**Figure4. Response graph for the tensile shear strength**

According to the principles of the Taguchi method, it is compulsory to perform an experiment for verification in order to compare the results with the expected conditions. In this study, less influence factors (Clamping time) on the T-S strength were ignored. In order to obtain the confirmation experiment table the following Eq. (8)–(10) have been used (Ross 1988).

$$\mu_{\text{Strength}} = \overline{A2} + \overline{B2} + \overline{C3} - 2\overline{T} \quad (8)$$

$$\mu_{\text{hn/dn}} = \overline{A1} + \overline{D1} - \overline{T} \quad (9)$$



$$\mu \pm \sqrt{\frac{F_{(p)} V_e}{n}} \quad (10)$$

.Where  $\mu$  is estimated average S/N values,  $F_{(p)}$  is F ratio,  $V_e$  is error variance,  $n$  is number of tests under given condition.

**Table6. Results from the verification experiment**

Description	Shear strength, MPa
Optimum condition	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub>
Pooled factors	D
Estimated average S/N ratio	52.98
Estimated S/N ratio range	52.68 < $\mu$ < 53.29
Exp. average S/N ratio	52.71
Estimated average value	445,5
Estimated value range	430 < $\mu$ < 462
Exp. average value	432

**Table7. Results of validation trial**

Parameters				Tensile-shear strength	
A	B	C	D	Strength, MPa	S/N ratio
2	3	2	1	432	52.71

Table 6 show that estimated T-S strength should be between 430 MPa and 462 MPa at the optimum condition (A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>3</sub>D<sub>2</sub>). The determined the optimum conditions have not been included in the original set of trials (see Table 3). So, an extra validation trial was carried out (see Table 7). According to the results obtained from the validation trial, the average of T-S strength was 423 which well lay within the calculated strength range. This validates the confidence of the current work.

## 5. Conclusions

This work has presented an investigation on the effects of T-S strength of welded assemblies in ERSW. Taguchi's method has been employed to examine the effects of five welding parameters namely, electrode pressure, clamping time, welding current and welding time on T-P strength. The conclusions from this study can be driven as follows;

- 1- According to the Taguchi method, the highest effective parameters on T-S strength of welded assemblies were determined as welding current and welding time, and electrode pressure, whereas clamping time was less effective factors.
- 2- The results showed that welding current was about ten times more important than the second effective factor (welding time) to obtain high T-S strength of welded assemblies.
- 3- The highest T-S strength was average 432 MPa with the confirmation test which was obtained with the optimal combination of the factors as 9 kA welding current, 5 kN electrode pressure, 15 period welding time, and 10 period clamping time.

## REFERENCES

- [1] Vural, M. and Akkus, A. (2004), *On the resistance spot weldability of galvanized interstitial free steel sheets with austenitic stainless steel sheets*, J Mater. Process. Technol., 153-154, 1-6.
- [2] Aslanlar, S., Ogur, A., Ozsarac, U., Ilhan, E. and Demir, Z. (2007), *Effect of welding current on mechanical properties of galvanized chromided steel sheets in electrical resistance spot welding*, Mater. Des., 28(1), 2-7.
- [3] Aslanlar, S. (2006), *The effect of nucleus size on mechanical properties in electrical resistance spot welding of sheets used in automotive industry*, Mater. Des., 27(2), 125-131.
- [4] Eşme, U. (2009), *Application of Taguchi method for the optimization of resistance spot welding process*, Arab. J. Sci. Eng., 34(2B).
- [5] Savaş, Ö. (2015), *Effect of some welding parameters on nugget size in electrical resistance spot welding*, Steel and Composite Structures, An International Journal, 18, 345-355,
- [6] Ross P. J. (1998), *Taguchi techniques for quality engineering, loss function, orthogonal experiments, parameter and tolerance design*, New York: McGraw-Hill Inc: ISBN: 0-07-053866-2

# Architecture

## Bubble facades

**Antonio MACIA MATEU<sup>1\*</sup>, Ana MORA VITORIA<sup>2</sup>, Rebeca CEBRIAN ALBARRACIN<sup>2</sup>, Verónica LEUZZI BETOSINI<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Architect, Prof. TEU. University of Alicante.  
Dept. Civil Ingenieer  
Ctra. San Vicente del Raspeig, s/n 03690 Alicante. Spain

<sup>2</sup> Architects, AMa&d Office  
Elche. Alicante. Spain

\* Corresponding author. Tel.: +34-965-903-707; +34-687-92-16-77 fax: +34-965-903-678.  
*E-mail address:* estudio@antoniomacia.com

---

### Abstract

Architecture, nature and experimentation are three concepts that have always been closely linked. Since the start of construction until today we find examples where the three branches converge. This article discusses how to integrate these concepts to workflow both in teaching and in the design of an architectural project. The methodology to be followed both in one field and another to get a consistent result is emphasised.

The ultimate objective of the article describes the process of designing a particular project following the methodology described. This project is the translation of the geometry of soap bubbles to two different coating layers of the facade of a house. From the initial idea of the bubbles to the final result we must go through five stages of development, implementing the degree of definition: laboratory, office, workshop, work and control. Finally we obtain a layer of steel which represents the intersection of bubbles with each other and a second facade where the bubble volume is displayed under a growth pattern and objectified in concrete.

Once exposed the rigor with which data and the results obtained are handled, we can conclude that both in teaching and professionally this workflow allows assimilate naturally extracted knowledge of the forms that are being studied. Moreover, applying these processes extends the range of possibilities start and the results are available.

© 2015

Selection and peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference "All In One Conference"

*Keywords:* experimental; nature; design; facade; bubbles

---

### 1. Introduction.

The nature "designs its structures" in the most efficient way possible. Optimizes material, adapts the shape and volume and adapts to external and internal factors that must endure. The fact that a tree has a trunk with the very next section of a circle is not accidental. This should adequately respond to the wind blowing in all directions and is precisely circular section that allows uniform answer in all directions. A spider web is a superb tensile structural mesh, or the system of muscles and tendons in the wing of a bird complements each other for the most optimal structural behavior.

The reflection of the structural behavior is not only based on the great elements of nature. Cells, although such small size, have a structure that recently have been identified as tensegrity structures.

If we face so vast and wise structural handbook, why not take advantage?

## 2. Experimental approach to design.

Throughout the history of architecture we have seen, first builders and architects then, have applied this knowledge in their projects. However, it is in the last century, when architects like Antoni Gaudí (Figure 1, a), BM Fuller and Frei Otto and engineers like Robert Le Ricolais, been translated into architectural language efficiency and, in many cases, the lightness of the results. "The art of a structure is knowing how and where to dispose gaps". This phrase from Robert Le Ricolais, accurately define the concept of structure in general and particularly lightweight structure.

On the other hand, the forms of nature are not random, follow geometrical patterns. The study of these patterns is also linked to the architectural structural design. Fractal growth patterns or the application of numerical series results in projects like the Frei Otto Christian Wagner fountain.

One of the ways of working in the field of nature is through practical experience. Refer to Frei Otto, in (Figure 1, b) we can see his work creating soapy surfaces that help him translate those minimum surfaces to a large-scale structure.

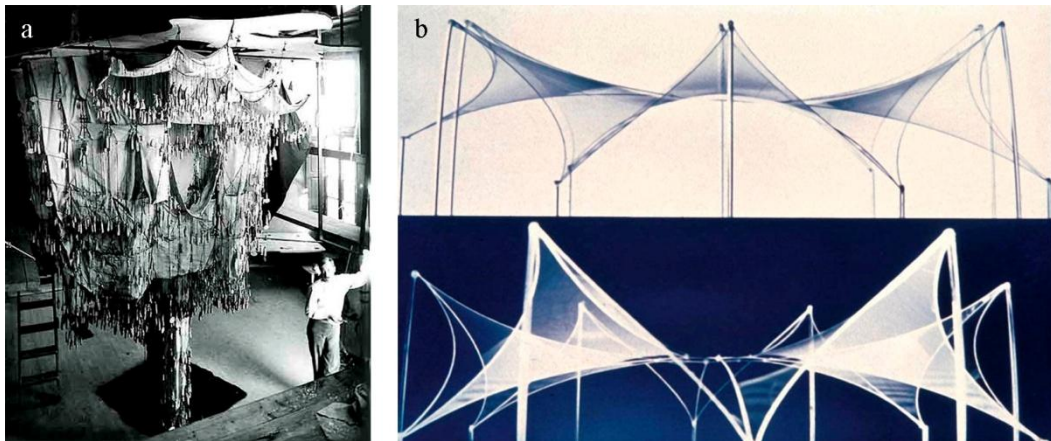


Figure 1. (a) Model with catenary arches of the Colonia Güell by Antoni Gaudí; (b) Structures with soapy surfaces, Frei Otto.

### *From university teaching.*

The teaching research activity developed within the framework of the subject Singular Structures Project, forming part of the curriculum of Architecture (1996) of the Polytechnic University College of the University of Alicante. On the search aimed at establishing relationships between light structures and nature, the objectives are based on four levels of work:

- Level 1. Analysis. Data collection.
- Level 2. Experimentation.
- Level 3 Scientific justification.
- Level 4. Application to original projects developed by the student.

In the first level, students get to learn to select only the information they need to use and, consequently, learn to pose a solid information base for further experimentation with structural models. The student should experience. In this second level must learn to manage the information that has been able to collect through the construction of a model of an already designed and built work and that represents a benchmark in the field. During the construction process raises a number of structural and construction problems that students must solve in order to successfully complete the work. In the field of lightweight structures this problems coincides largely with real problems. They should be able to compare the theoretical knowledge learned with constructed reality, proposing the materials that best suit the operation of their model and therefore necessarily know the mechanical and physical characteristics of the materials.

The third level focuses on the scientific justification of the models used in the constructive experiments: geometric justifications, structural growth patterns and numerical calculations necessary for the correct size of the structure.



Figure 2. (a) Proposal for tensile structure; (b) Stool scale 1: 1 with curved wood; (c) Three-dimensional model of variable structure; (d) Structural model of tensioned fabric in movement using Processing.

Finally, on the fourth level conclusions arise. Student design and build a new structural model in which all the knowledge acquired in previous levels will be applied.

The course takes place in a semester, dedicating 50% of each session to present and justify, in a theoretical level, the different structural and constructive types of small structures and their relationship with nature. In the remaining 50% a workshop is developed in which students show, discuss and correct their analysis, experimentation, justifications and proposals. Pupils show during workshop sessions, the result set with a dual purpose: to be corrected by the teacher and, above all, transmit the information to the rest, so that a profitable exchange of information occurs. The student works on a particular topic and yet receives information from all points raised for analysis and proposal. Different materials are used such as stretch fabrics (Figure 2, a), bentwood (Figure 2, b) and even programming. In (Figure 2, d) we see a work which combines textile structures with Arduino boards programmed by Processing so that the model can reproduce the movements that change the design of their own creation. Students also study the three-dimensional transformable structures (Figure 2, c).

#### *From the architectural project.*

In the architectural project, each time a new project is realized references of nature as well as incorporating some experimentation in either the design or the choice of material are taken. The following selected projects are examples of how this research and creative methodology is applied. The first example is a small sports center in Elche. In this project, the starting point was a transparent crystal rock. By day the outward appearance is opaque, but at night is almost transparent (Figure 3, a). On the other hand the vegetable nature allows us to integrate a new restaurant in the historic area of the city of Elche like a carpet of moss (Figure 3, b). Also the human being itself is a fundamental part of the design. This house is originated from a photograph of a human body of American photographer Edward Weston (Figure 4). Finally, we have this little laundry when acoustic ceiling has been made with shirts (Figure 3, c).

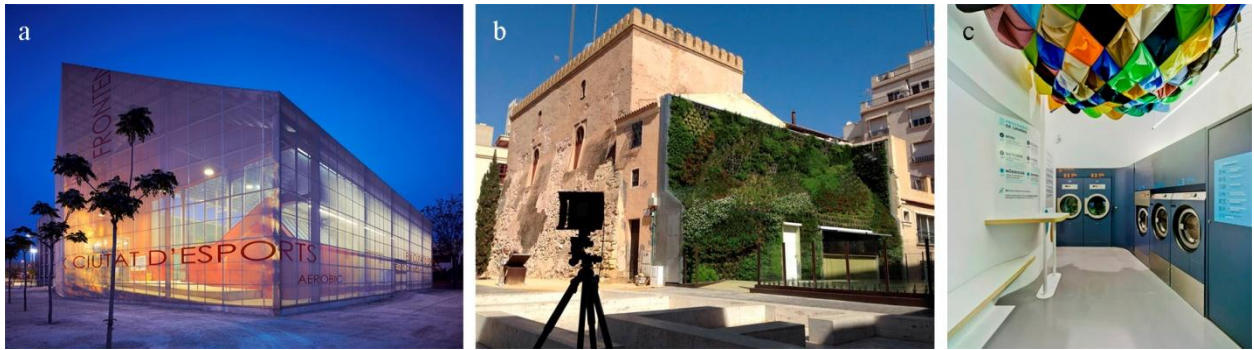


Figure 3. (a) Sports Pavilion in Elche; (b) Restaurant with vegetable facade in the historic center of Elche; (c) Laundry with shirt acoustic ceiling.



Figure 4. House designed from a photograph of Edward Weston

### 3.Objective.

Research and experimentation in architecture produces innovative and reasoned solutions. To better understand the criteria and methodology to be followed in carrying out a project of this type, we will explain below the ideation process and followed a specific design project. The project is to create a coating on the facade of a house, taking the idea of soap bubbles.

### 4.Methodology.

A workflow that integrates experimentation in the creative process requires checking guidelines to help us get the desired results efficiently. The methodology for the project that will develop below and any other order breaks down into five phases:

#### *Laboratory and office.*

Experimentation begins around the theme chosen for the design. Empirical model tests are performed. The information obtained in the tests were collected, and is contrasted to draw conclusions. In this phase the experimental results are transformed to obtain the architectural model to be developed.

#### *Laboratory and office.*

Now, with the definite design, material testing stage begins to get the final result to be installed. It is necessary to test the viability of the design.

*Work and control.*

The construction process starts from the verification made at the workshop and subsequent execution control to check against design data.

### **5.Process of design and construction.**

The single family house has got ground floor and first floor and it is necessary design a different coating for each one, although taking for both the geometry of soap bubbles.

The facade of the upper floor is conceived as a receptacle enclosing bubbles inside, where you can observe the contact between them and the walls. The testing phase begins in the laboratory building a rectangular transparent container in which generate bubbles for study. Methacrylate container is refilled with a mixture of water, glycerin and soap which is subsequently applied air to create bubbles. Finally, blue ink is injected to make visible the structure (Figure 5, a). The end result is photographed and then work with the images.

From these photographs the office stage begins with the digitization of the intersection geometry that creates bubbles between themselves and with the methacrylate (Figure 5, b and c). This structure, decomposed into puzzle pieces of steel 2x1m, 2 mm thick, is the coating on the facade of the first floor. Each piece is different and is laser cut, then classified and named properly for final assembly on site (Figure 5, d). The steel is protected from corrosion with a layer of zinc and other oven-lacquered color RAAL 7016. In Figure 5, (e) we can see an infographic showing the final result. At night, LED lighting simulate the reflections generated by soap bubbles and by day, sunlight along with painting also generates the sensation of brightness.

For the design of the facade of the ground floor have been considered the volume of the bubbles. The objective is to design pieces that look like bubbles concrete and will expand through the facade. The mode in which the bubbles grow forms a mosaic according to Penrose patterns. Thus, the mosaic is composed of three hexagonal pieces, two regular and irregular, a rhombus and triangle (Figure 5, f).

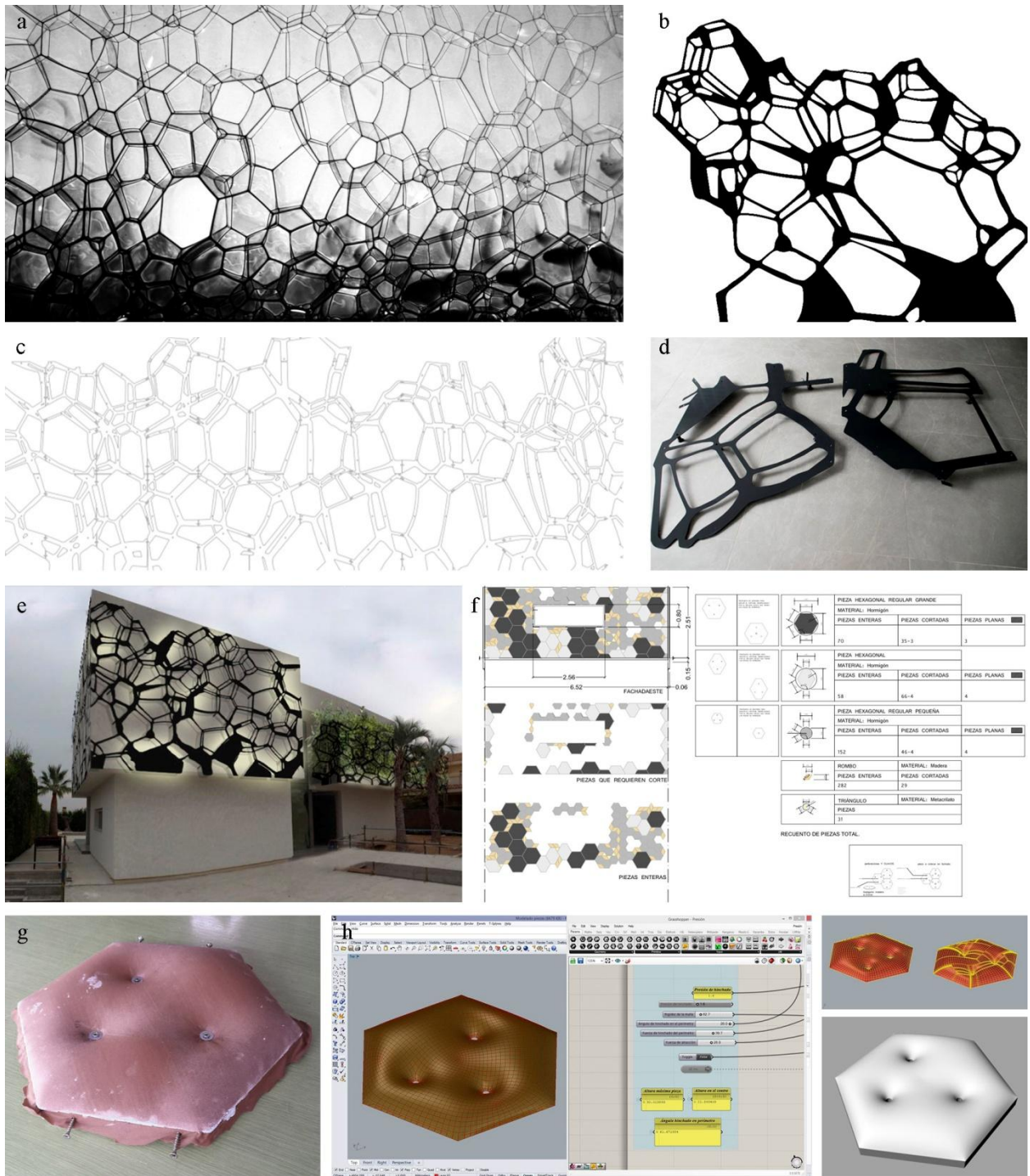


Figure 5. (a) Glycerin and soap bubbles in the methacrylate container; (b) Image digitize from photography; (c) Drawing of final coating layer; (d) Parts of laser-cut steel; (e) Infographics with night lighting; (f) Ground floor facade; (g) Prototype with wood and elastic fabric; (h) Modelling in grasshopper.

The pieces were first performed experimentally (prototypes), with wooden boards, elastic fabric attached to the perimeter of wood and polyurethane foam injected between the two layers (Figure 5, g). The prototypes obtained are scanned and a 3D model is obtained from which are redrawn and a second more accurate prototype is obtained. In the office, the second prototype is redesigned with software grasshopper (Figure 5, h) and from which a resin mold, which allows the realization of concrete parts, is manufactured. To increase the resistance to bending and compression as well as the elasticity is used as additive 2% graphene, which avoids the use of reinforcing steel. The concrete bubbles facade is completed with other pieces made of wood and ceramics, which form triangles and rhombus mosaic.



## **6. Conclusion.**

From teaching level and from the results we can conclude that the processes of learning by experimentation with realistic scale models in the field of architectural structural design are more effective than traditional theoretical approaches. This process suggest the assimilation of knowledge naturally and intuitively, allowing understanding the structural behavior through understanding real or own models of nature, without losing scientific rigor required of university education. These learning process lead to suppose an incentive among students of architecture, characterized by its creativity.

In architectural design also produced a better understanding of the structures or the design on which one are working. Moreover, applying experimental processes based on the nature to architectural thinking increases the range of possibilities on which to try and results to be obtained.

## **Acknowledgements.**

## **References.**

- Otto, Frei. (2008). Frei Otto. Conversación con Juan María Songel. Barcelona: Gustavo Gili.
- Otto, F., Nerdinger, W., Meissner, I., Möller, E. y Grdanjski, M. (2005). Frei Otto Complete works: lightweight. Construction natural design. Basel: Birkhäuser.
- Crippa, M. A., Solá, R. (2007). Antoni Gaudí, 1852-1926: de la naturaleza a la arquitectura. Madrid: Alianza.
- Otto, F., Rasch, B. (2006). Finding form. Axel Mengues.
- Thomson, D'Arcy. (2011) Sobre el crecimiento y la forma. Madrid. Ed. AKAL

## Özet

“Mekân” ne salt bir soyutlama ve nesne, ne de sadece somut, fiziksel bir şeydir. Bütün boyutları ve biçimleriyle, hem kavram hem de gerçekliktir[1]. Tasarlanmış ve hali hazırda kullanılmakta olan bir mekân fiziksel anlamda sabit kabul edilir ama pasif ve yalıtılmış değildir; kullanıcısı olan insan mekân içerisinde çeşitli eylemlerde bulunur. Ancak kendisi için tasarlanmış hareket alanı değişikçe kullanıcının mekândan aldığı algısal parametreler de değişkenlik gösterir. Tasarımcılar mobilyalar yardımı ile iç mekânı tasarlarlarken, kullanıcıların mekânın işlevine göre belirledikleri aktiviteleri söz konusu alan içerisinde belirli kriterler çerçevesinde dağıtırlar. Bu işlem sürecinde ve sonrasında tasarımcıların mekân içeriindeki dolu hacmi tasarladığı düşünülse bile aslında tasarımcılar negatif alanı yani boşluğu başka bir deyişle kullanıcıların o mekândaki hareket alanlarını tasarlarlar. Dolayısı ile mekânın -işlevini başlangıç noktası olarak- içerisinde bulunulacak aktiviteler ve hareketlerin mekân içerisindeki dağılımı, kullanıcının o mekândan aldığı performans etkileyen faktörler olduğundan tasarım kararları alınırken performans kriterlerinin karşılanmasında eylemin “ne şekilde” yapıldığı konusu mobilyaların forma kavuşturulması ve mekân içerisinde konumlandırılması öncesinde göz önünde bulundurulmalıdır. Yapılan bu çalışma ile kullanıcı mekân etkileşimi eğitim çevreleri özelinde ele alınacak, eğitim programını odak noktası tutarak işlevleri karşılama performansı irdelenecektir.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Anahtar Kelimeler: İnsan ve mekân ilişkisi, Mobilya, Performans, Eğitim çevreleri

## Abstract

PERFORMANCE BASED APPROACH TO DESIGN A NEW EDUCATION ENVIRONMENT

‘You cannot see Architecture, you can only be in it, as in music’

Erno Goldfinger

“Space” neither a purely abstraction and object, nor the only concrete, physical thing. With all sizes and shapes is both concept and reality[1]. A space that is designed and already being used is considered fixed physically, but it is not passive and isolated, user found in various of activities in space. However, as you make changes in the field of action which designed for users, their perceptual parameters also vary. When designers design the interior with the help of furnitures, activities which are determined by its users based on function of space, furnitures distribute in accordance with certain criteria within the area in question. In this process and after, even if thought designers design the volume in the filled space, they actually design negative zone in other words, they design the user movement in that space. Therefore, - accepting function as starting point - distribution of activities and motion will be made in the space, is one of the factors affecting the performance of user gets from space. For affordance of performance criteria, it should be considered prior to shaping and positioning in space. While taking design decisions, the subject of “how” the movement is made. By this study, the interaction with the user-space, under the title of learning environment will be discussed and by focusing learning program, performance of functions affordance will be discussed.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Key Words: User-space interaction, Furniture, Performance, Learning environments.

## 1.Giriş

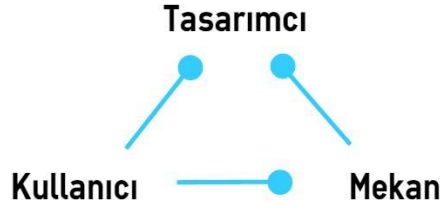
“Mekân” ne salt bir soyutlama ve nesne, ne de sadece somut, fiziksel bir tanımdır. Bütün boyutları ve biçimleriyle, hem kavram hem de gerçekliktir[1]. Tasarlanmış ve hali hazırda kullanılmakta olan bir mekân fiziksel anlamda sabit kabul edilir ama pasif ve yalıtılmış değildir; kullanıcısı olan insan mekân içerisinde çeşitli

eylemlerde bulunur. Ancak kendisi için tasarlanmış hareket alanı değıştikçe kullanıcının mekândan aldığı algısal parametreler de değışkenlik gösterir. Mekândaki boyutsal algıyı artırmak, bir başka deyişle, mekânı algılanabilir hale getirmek, mekânın oluşmasını sağlayan objeler arasındaki boşluğu tanımlı ve anlamlı hale getirmekle aynı anlama gelmektedir. Boyutsal ilişkiler, ancak mekânsal deneyimin mekân içinde yaşatılması ile algılatılabilir. Bu anlamda mekân, sadece fiziksel olarak bir alanın sınırlandırılması değildir, mekânın bir görsel, sembolik boyutu da vardır[2].

## 2.Mekansal İlişkiler

Tasarlanan mekân ve mekânsal organizasyonun (boşluğun), sınırlar dâhilinde yapılması planlanan eylem ve karşılanması gereken işlevlerin üzerinde etkisi bulunmaktadır. Bunun nedeni mekânın kullanıcı olarak kabul edilen “insan”dır. İnsan bulunduğu çevredeki unsurlarla devamlı ilişki içerisinde. Neden-sonuç babında incelendiğinde bu mekânın kullanıcıyı süregelen ilişkinin hangi kısmında etkilediği, kullanıcının hangi kısımda mekân organizasyonu yaparak içerisinde eylemlerde bulunduğu keskin bir şekilde belirtilmesi mümkün değildir. Bu ilişkide etkileşim çoğu zaman karşılıklı ve iç içe geçmiş olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsanın kurduğu bu ilişkiler bütünü insan-insan, insan-ürün ve insan-mekân olarak birbirinden ayrı bir şekilde incelenebilmektedir. Bu üç kapsamın birbiriyle kuracağı denge mekân unsurlarının kullanıcı ihtiyaçlarını karşılayacak nitelikte organize edilmesi ile ilintilidir. Deneyimlenen mekânın ve unsurlarının, onlara özelleşmiş eylem ve işlevleri karşılama performansı sonucunda yaşanabilir kılınması mümkündür.

Bir diğer “insan”, tasarımcı ise mekânı oluştururken aslında onun kullanıcı ile olan ilişkilerini tasarlamaktadır. Fiziksel çevreyi belirli tasarım kriterleri, yönetmelikler ve standartlar doğrultusunda şekillendirirken kullanıcı gereksinimlerinin karşılanması ana hedefdir. Dolayısıyla mekân, tasarımcı ve kullanıcı arasında devamlı bir iletişimi söz konusudur.



Şekil 1. Tasarımcı-mekân-kullanıcı ilişkisi

Tasarımcılar mobilyalar yardımı ile iç mekânı tasarlarlarken, kullanıcıların mekânın işlevine göre belirledikleri aktiviteleri söz konusu alan içerisinde belirli kıstaslar çerçevesinde dağıtırlar. Bu işlem sürecinde ve sonrasında tasarımcıların mekân içerisindeki dolu hacmi tasarladığı düşünülse bile aslında tasarımcılar negatif alanı yani boşluğu başka bir deyişle kullanıcıların o mekândaki hareket alanlarını tasarlarlar. Dolayısı ile mekânın -işlevini başlangıç noktası olarak- içerisinde bulunulacak aktiviteler ve hareketlerin mekân içerisindeki dağılımı, kullanıcının o mekândan aldığı performansı etkileyen faktörler olduğundan tasarım kararları alınırken performans kriterlerinin karşılanmasında eylemin “ne şekilde” yapıldığı konusu mobilyaların forma kavuşturulması ve mekân içerisinde konumlandırılması öncesinde göz önünde bulundurulmalıdır.

Mekânın üretim sürecini açığa çıkarmak, teoride yeniden kurmak için, “nesneden (mevcut mekândan) onu üreten, yaratan eyleme geri gitmek”, “üretim ve anlamlandırma sürecini yeniden kurmak” gerekir [1].

İnsanlar eylemlerini en iyi şekilde gerçekleştirebilmek için eylemlere uygun yapay çevre oluştururlar. Mimarlık bu yapay çevreyi tasarlamayı ve oluşturmayı amaçlar, hangi çevrede olursa olsun, insan özellik ve gereksinimleri doğrultusunda bazı eylemleri yapar ve bu eylemleri gerçekleştirebilmek için sabit ya da hareketli iç donatı elemanları, alet ve makineler kullanır[3]. Bu mekân aktörleri kullanıcı olan insan ile fiziksel temas boyutunda olabileceği gibi, göz ve diğer duyu organları ile de ilişki içerisinde olabilir. İnsan kullandığı donatı elemanları ile birlikte bir sistem olarak göz önüne alınırsa, bu sistemin etkin çalışabilmesi için insan ile donatı elemanları arasında bir uyum olması gerekir[4].

Bu metinde, mekân olgusunun eylem ve işlev üzerindeki etkisinin en yoğun yaşandığı eğitim çevreleri incelenecektir.

## 3.Mekan ve Eğitim İlişkisi

Eğitim çevresi, eğitim ve öğretim eylemlerinin gerçekleştirildiği, öğretici ve öğrenenin bir araya geldiği bir mekân olarak tanımlanabilmektedir. Bu mekân eğitim programı doğrultusunda özelleşmiş işlevlerini



Fonksiyonel İhtiyaçlar	Ayarlanabilirlik Taşınabilirlik Katlanabilirlik İstiflenebilirlik Modülerlik Sökülebilirlik
Konfor, Güvenlik, Sağlık	Ergonomi Sağlamlık Kaza&yaralanma kontrolü Hissel parametreler
Kullanılabilirlik	Arayüz Ergonomi
Psikolojik Çekicilik	Estetik Hissel parametreler

Tablo 1. Eğitim çevresi tasarım odakları(uyarlanmıştır)

Sonuçta bir eğitim ortamı ya da çevresinin, öğrencilerin kendilerini bulunmakta zorunlu hissettikleri bir yer olmaktan çıkararak bulunmak istedikleri bir yer olarak tasarlanması gerekmektedir.

#### 4.Eğitim Çevrelerinde Mekan Aktörleri

Mekân, Lefebvre'e göre üç kurucu ya da biçimlendirici anı—algılanan, tasarlanan ve yaşanan—aracılığıyla, diyalektik olarak üretilir. Ne sadece biri ne de diğeri ile ne de sadece algılanan ve tasarlanan, somut ve soyut ikiliğinin çelişkileriyle. Onlardan ayrılamaz bir üçüncü, bir pratik dolayım vardır: Yaşanan, toplumsal pratiklerle üretilen mekân[1]. Dolayısıyla Lefebvre'in tespiti gerçeğe uygun kabul edilirse eğitim ortamının tasarlanması ve düzenlenmesinde de bu tespit dikkate alınmalıdır.

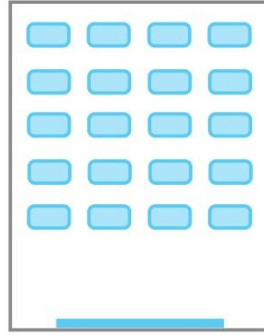


Şekil 3. Lefebvre'e göre mekân yorumları

Öğretmen ve öğrencilerin hayatlarının büyük bir kısmını geçirdikleri fiziksel mekân yani sınıf, çalışma ve ders yapabilmeye olanağı tanıyan işlevselliğe, öğrenme aktivitelerinin hedeflenen duruma gelmesinde öğrencinin dikkati ve aitlik hislerini karşılayacak yeterliğe ve farklı amaçlara hizmet edebilecek esnekliğe sahip olmalıdır. Tüm bu becerilere sahip olabilmesi mekânın kendisi kadar içinde bulundurduğu mobilyalara da bağlıdır.

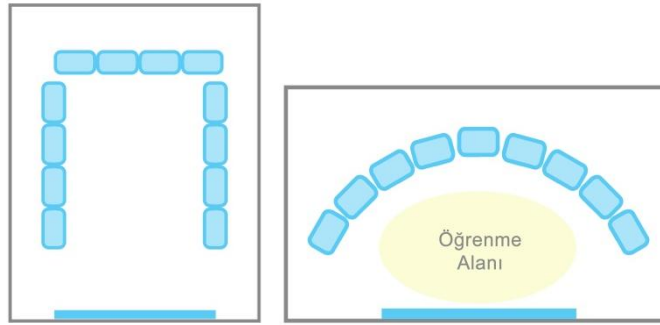
Mobilyalar işlevine özgün fiziksel ve ilişkisel özelliklere sahiptir. Biçimi, ölçeği, sabit duruşundaki değişkenliği, dengeli oluşu ve sağlamlığı mobilyanın fiziksel özellik kategorisini oluşturur. Mobilyaların “ilişkisel” karakteristiği, kabul görmüş kültürel eğilimler kapsamındaki gönderiler ve algılamalar ya da “davranış sekansına rehberlik eden komutlar” gibi fonksiyonel ve sembolik özellikleri içerir[12]. Mobilya hem araç hem de çevredir. Diğer insan yapımı ürünler gibi, zihindeki amaca göre tasarlanır ve üretilir. Konu eğitim çevreleri olduğunda da bu durum geçerlidir[11].

Mobilyaların farklı birleşimleri farklı mekân algıları yaratır. Aslında algılanması ve yaşanması istenen mekânı oluşturmak için mobilya ve diğer donatıların tasarlanması söz konusudur. Örneğin, önden arkaya doğru ve yönleri tamamen tahta ve öğretmene dönük olarak geleneksel biçimde dizilmiş sıralardan oluşan bir sınıf düzeni öğrencilerin birbirleriyle olan etkileşimlerini düşük seviyede tutarken öğrenme alanına odaklanmayı teşvik eder; ancak en önde oturan ile en arkada oturan öğrencinin öğrenme alanına odaklanma düzeyi değişkenlik gösterebilmektedir[13].



Şekil 4. Sıraların doğrusal konumlandırıldığı sınıf düzeni.

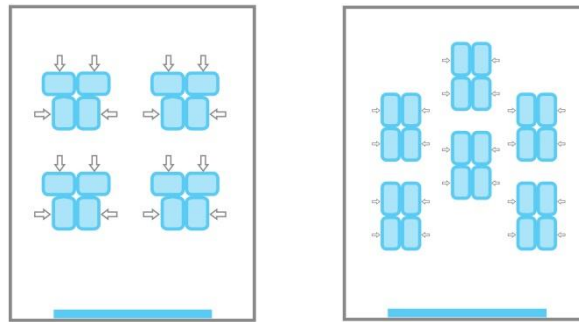
U biçimindeki bir sıra düzeni, öğrencilerin öğretmeni olduğu kadar birbirlerini de görebilmeleri sağlar; ders yürütücüsünün müdahaleleri ile bire bir öğrenim arasında bir denge yaratır[13]. Yay biçimindeki bir düzen de aynı şekilde öğrencilerin koltukları etrafında dönmeden ve dolaylı olarak odakları öğrenme alanından kaymadan birbirleriyle ve öğretmenle ilişki kurabilmektedirler; ancak bu düzen az kişilik sınıflarda uygulanabilmektedir[14]. Bu tip bir oturma düzeninin yapılabilmesi için birbirleriyle açılı bir şekilde birleşebilecek masalar kullanılmalıdır.



Şekil 5. (a) U,

(b) yay biçimli sınıf düzeni.

Eğitim programı içerisinde oyunlar, yarışmalar vb. eylemler için eğer fazla grup çalışması yapılıyorsa sınıf düzenini bu yönde tasarlamak doğru olacaktır. Sıraların ayrı ayrı gruplar halinde konumlandırılmasıyla öğrencilere içinde buldukları grup ile diğerlerinden bağımsız bir şekilde işbirliği yapmaları aşılabilir. Bu düzenlemede öğrenciler grup arkadaşlarıyla devamlı olarak yüz yüze iletişim halinde bulunurlar. Ancak gerektiğinde tahtaya bakmak için başlarını ya da bütün vücutlarını döndürmek durumundadırlar[14]. Dolayısıyla bu tip bir eğitim ortamının tablası dönebilen veya tekerlekli ve masadan bağımsız bir oturma elemanına ihtiyacı vardır.



Şekil 6. Grup çalışması için sınıf düzenleri.

Yukarıda örneklendirilen bu sınıf düzenlerinin eğitim süresince bir veya dönüşümlü olarak birkaçına ihtiyaç duyan programların mekânı tasarlanırken, içerisinde bulunacak mobilyaların bu düzenleri karşılayacak fonksiyonlara sahip olması gerekmektedir. Bu yüzden ki formun ve diğer görsel özelliklerin ürünün işlev karşılama performansından sonra karar verilmesi gereken kriterler olduğu savunulmaktadır.

## 5.Eğitim Perspektifinden Mekân Tasarım Sürecinin Bilişsel Yapısı

Tasarlama, düşünme tabanlı bir süreç olup analizlerle desteklenerek yeni bir “şey” oluşturma ile ilintili bir kavramdır. Tasarlamak, yaşamdan biriktirilen “var”ları birbiriyle ilişkilendirerek bir varolmayan oluşturma çabası; tasarım, bu çaba sonucunda ulaşılan ve ulaşıldığı andan itibaren varlaşacak olan varolmayandır[15].

Tasarlama eylemi bir ihtiyacın giderilmesi için yeni ürün yaratma süreci olduğu kadar problem giderme odaklı, mevcut ürünlerin iyileştirilmesini, yeniden düzenlenmesini de kapsar. Tasarlarken biz tatmin edici bir çözüm veya çözümler dizisi elde edene kadar tasarım adımlarını yineler ve sınarız. Bu durum tasarımcıların elindeki soruna ilişkin 'tatmin edici' tasarımı elde ettiklerine karar vermedikçe sürekli tekrarlanan bir süreçtir[16].

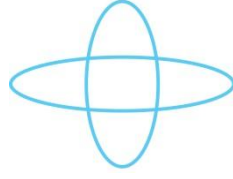
Konu mekânın tasarlanması olduğunda da sürekli analiz etme süreç içerisinde önemli bir yere sahiptir. Güney'in[16] önerdiği mekân tasarımı sürecinde P(performans)-O(operasyon)-F(M)(form/morfoloji) adımları yer almaktadır. Performans analizi ile başlayan süreç, bu performansın hangi operasyonu (işleyiş biçimini) karşılaması gerektiği ve daha sonrasında da bu operasyonun karşılanması için hangi forma ihtiyaç duyulduğunun analizi ile sona ermektedir.



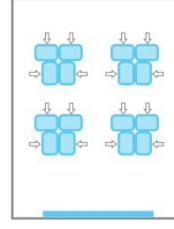
Şekil 7. Güney tarafından önerilen (mimari) tasarım mekanizması[16].

Tasarımcılar (mimarlar) bir analiz bağlamı yanında, en azından, rasyonel gereksinimler bütünü varsa daha iyi tasarım çözümleri oluşturabilmektedir[16]. Bu gereksinimler bütünü ise analiz sonucu elde edilen, programın biçimsel, fonksiyonel ve mekânsal ihtiyaç bilgilerini içermelidir. Eğitim özelinde düşünecek olursak, mekânsal kalitenin sağlanması için gerekli olan kullanıcı yani öğrencinin boyutsal özellikleri, mekân ve donatılarının ulaşılabilirlik düzeyi, mekân içerisindeki hareket kabiliyetleri, eğitim verimliliğini sağlayacak ışık, ısı gibi hissel parametreler, kültürel çağrışım konularının analizi önem kazanmaktadır. Fonksiyonel ihtiyaçları, kullanılabilirliğin ölçülmesi, eğitimin hangi yaklaşımla yapıldığı (öğretmen/öğrenci merkezli), eğitim materyalleri kullanım düzeyi, yan aktiviteler gibi hususlar incelenmeliyken; programın biçimsel bilgilerine sahip olmak için ise kullanıcının yaş grubu ve kültürel özellikleri perspektifinde estetik normlarını belirlemek, uygun olan doku, malzeme ve form bilgisini analiz etmek gerekmektedir. Örneğin okul öncesi eğitim dönemi kullanıcıları için aşına oldukları karakterlere doğrudan gönderme yapan bir mekân tasarımı çocukların aidiyet hissini güçlendirebildiği için bir gereksinim olarak sayılabilmektedir. İlerleyen dönemlerdeki eğitim kurumlarında bu tarz bir yaklaşım dikkat dağıtıcı olarak kabul edileceği için böyle bir gereksinim söz konusu olmaktan çıkacaktır.

Tasarımın gerçekleştirilebilmesi için gereken bilgilere ulaşmayı sağlayacak analizlerin devamlı olarak yapılması sonrasında öncelik verilen eylem performans analizlerinin yapılması safhasına geçilmelidir. Mekânsal ilişkiler ve mekânsal organizasyonun incelenmesi adına yapılacak eskiz çalışmaları ve sonrasında topolojik ilişkileri içeren kavramsal şema ve diyagramlar[16] üzerinde çalışılmalıdır. Eskiz, tasarımcıların kendi kimliklerini, beğenilerini, amaçlarını yansıtacak biçimde soyut-somut kavramları açıklayabilecekleri görsel iletişim aracı; çizerek düşünme yöntemi olarak tanımlanmaktadır[17]. Soyut bir hale bürünen eskiz, yani mekânın fiziksel özelliklerinden çok, karakterine ilişkin kavramları ifade etmeye başladığı ve kendisini oluşturan öğelerin miktarının da azalmasıyla şema ve diyagram haline dönüşür[18]. Örneğin bir eğitim ortamında öğretmenin hareket alanının şema halindeki ifadesi şekil.8'deki gibiyse şekil.9'daki bir sınıf düzeniyle bu performans karşılanabilir.



Şekil. 8



Şekil. 9

## 6.Sonuç

Stillings, bir nesnenin renk veya dokusundan önce biçimini belirtmenin doğru olacağından bahsetmekte, nesnede biçimi neredeyse her zaman daha belirleyici bir özellik olarak görmektedir[16]. Eğitim materyalleri söz konusu olduğunda biçime kavuşturma işleminin odağında kendine yüklenecek işlevleri karşılama becerisi bulunmalıdır. Nesne olarak aldığımız mobilyaların biçimi ile birlikte psikolojik çekicilik ile alakalı olan renk, doku vb. özelliklerinin karar aşaması, konum tayininden, yani karşılaması gereken ve öncelikli kabul ettiğimiz fonksiyonellik, konfor, güvenlik, sağlık ve kullanılabilirlik faktörlerinden sonraki adım olmalıdır. Belli bir eğitim programı ihtiyaçlarını karşılayacak fonksiyonellikten yoksun olan bir mobilyanın rengi veya dokusu önemini yitirecektir. Tüm bu kriterlerin bir bütün olarak ele alınıp ve eğitim programının da merkezde tutulmasıyla tasarlanacak mobilyalar ve bu mobilya ve de donatıların organizasyonu başarılı bir eğitim mekânı tasarlamaya yardımcı olacaktır. Bu nedenledir ki mobilyalar biçimsel olarak mekân içerisindeki işlevleri karşılayacak şekilde planlanarak konumlandırılmalıdır. Bu adım, nesnelere tasarlanıp son hallerine kavuşturulması adımımdan daha öncelikli olmalıdır.

## Kaynakça

- [1] Avar, A. (2009). Lefebvre'in üçlü algılanan, tasarlanan, yaşanan mekân diyalektiği. Mimarlar Odası Dergisi, Ankara. S, 17.
- [2] Demirel, E. (2004). Mekân Kurgusu, Boşluğun Mimarisi, Mimarlık 315, Ocak-Şubat.
- [3] Yıldırım, K., & Hacıbalıoğlu, M. (2000). Konut Mutfaqları ile İlgili Ergonomik Bir Araştırma. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:13, no:3.
- Baytın, N., "Konut Islak Mekânları", Tübitak Yayınları No:45, Ankara, 1980.
- [4] Yıldırım, K., Kasal, Ö. (2005). Çizim Mekânlarında İnsan-Eylem-Donatı Elemanı İlişkileri Üzerine Bir Araştırma. Gazi Üniversitesi Politeknik Dergisi,8(3).
- [5] Earthman, G. I. (2002). School facility conditions and student academic achievement. UCLA's Institute for Democracy, Education, & Access.
- [6] Kotaman, H., (2009). Okul Öncesi Eğitimde High Scope Modeli, Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, Sayı.26, ss. 31-41.
- [7] Seven, M. A., & Engin, A. O. (2008). Öğrenmeyi etkileyen faktörler. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(2), 189-212.
- [8] Çınar, H., Arslan, A.R. (2011). Tasarım Stüdyolarının Ergonomik Olarak İncelenmesi ve Öğrenci Başarısına Etkisi. 17.Ulusal Ergonomi Kongresi, 14-16 Ekim, Eskişehir.
- [9] Warner, S. a, & Myers, K. L. (2009). The Creative Classroom: The Role of Space and Place Toward Facilitating Creativity. Technology Teacher, 69, 28-34. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a3h&AN=45669851&site=ehost-live>
- [10] Barrett, P., Zhang, Y., Moffat, J., & Kobbacy, K. (2013). A holistic, multi-level analysis identifying the impact of classroom design on pupils' learning. Building and Environment, 59, 678-689. doi:10.1016/j.buildenv.2012.09.016
- [11] Cornell, P. (2002). The impact of changes in teaching and learning on furniture and the learning environment. New directions for teaching and learning,2002(92), 33-42.
- [12] Norman, D., (2002). The Design of Everyday Things. Edition: 1st Basic paperback. New York: Basic Books. eBook.
- [13] Scottish Funding Council. (2006). Spaces for learning: a review of learning spaces in further and higher education. Retrieved February.
- [14] Kelley, W. M. (2011). Rookie teaching for dummies. John Wiley & Sons.
- [15] Öztürk, Ö.B., (2007). "İmgesel Aritmetik Yöntemle Mekan Tasarımı Ve Tasarım Örneği" M.S.G.S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Sanatta Yeterlik Tezi s.4.
- [16] Guney, A. (2008). Architectural precedent analysis—A cognitive approach to morphological analysis of buildings in relation to design process. Moraes Zarzar & Guney, 91-115.
- [17] İslamoğlu, Ö.S., (2012). Tasarım Sürecinde Eskiz. İÇMEK / İçmimarlık Eğitimi 2. Ulusal Kongresi, İstanbul, Türkiye, 20 Aralık, 127-133.
- [18] Doğan, F. (2009). Eskizlerin Kurgulanması ve Algılanması Üzerinden Mekân İmgelemi. Mimarlar Odası dergisi, Ankara. S, 17.



## ALTERATION OF SPACE IN SİLLE TRADITIONAL RESIDENCES VIA TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

Arş. Gör. Fatmanur BARAN<sup>a</sup>, Arş. Gör. Elif BÜLÜÇ<sup>a</sup>, Arş. Gör. Havva Burcu YILDIRIM<sup>a</sup>, Doç. Dr. Dicle AYDIN<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Necmettin Erbakan University, Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Konya, Turkey

---

### Abstract

Buildings, especially the houses, that form the settlements and are made by the man power, have been the indication of the cultural identities of the habitants and for scientific studies, they have been examples that demonstrate how the opportunities of the environment are used in harmony as needs arise. In this diversification, geographical values are a data; construction materials and the number of floors differ according to the topography. In this study, changes in the life style and in the living spaces with regard to technology in Sille houses are examined.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Keywords:* traditional architecture; Sille; technologic equipment; traditional indoor arrangement

---

### 1. Introduction

Basic behaviors that sustain human beings can be listed as finding food, water and shelter. The presence of water and means of existence (farming or stock breeding which means providing food) are the main factors while choosing shelter (Tuncdilek, 1967). The houses that are built upon the requirements are shaped with the geographical values and cultural concepts of the area they belong to (Rapoport, 2002; Rapoport, 1994) (Aydın, 2008). In Anatolia, settlements which are still authentic were shaped according to the natural habitat and social environment with regard to the original way of life of the settlers. Buildings, especially the houses, that form the settlements, have been the indication of the cultural identities of the habitants and for scientific studies, they have been examples that demonstrate how the opportunities of the environment are used in harmony as needs arise. In Anatolia, the settlement of Sille, which has harbored various cultures since the middle ages, is examined in this study due to its authentic texture and various architectural layers. In traditional Sille houses, which are still in use, changes are seen with regard to needs, changing life conditions and preferences. One of the main reasons of the change is the technology creating space for itself inside houses. Although the use of technological/technical equipments is inevitable or necessary, it alters the authentic parts.

### 2. The Purpose And Method

The purpose of the study is to examine the changes in the lifestyles and places that have occurred with the use of technological equipment in traditional Sille Houses. In the scope of the study, analyses have been performed on especially the living areas and kitchen-cellar units that are among the basic places of traditional Sille Houses. In three samples that were selected, the residents' being originally from Sille has been taken as the criteria for the purpose of considering the continuity of the culture. The examinations performed in the area of the houses, technical drawings, and photographing methods have been used as the means for documentation, and the cultural elements of the daily life have been described with the help of archive scanning and verbal information methods.

### 3. The Effect Of The Technology On Traditional Architectural Space

From the very first moment of the birth, human beings have been integrated with the environment and the society, and have made use of the cultural values of the age in which they were living, natural environment conditions, and traditional data of their ages while building the houses in which they would live. In this context, the concept of “Traditional House”, which reflects our past and cultural values, emerges. The effect of the human and social life is observed in the formation and shaping process of the traditional houses. Also, the

traditions, regional data and application principles are important factors in this context. The traditional houses consist of multi-functional parts, which is in accordance with the patriarchal structure of the Turkish families. The rooms are the most important parts of the traditional houses and are the areas where sitting, sleeping, storing, cooking and even bathing are performed. One of the most important properties of these houses is not using the furniture in the internal areas in Western sense. The furniture (sofas, cupboards, alcoves, etc.) are designed as integrated parts of the houses. These characteristics are related with the traditional lifestyle of the Turkish family, and since this lifestyle has not changed for many years, the design of the rooms has stayed the same (Demirarslan, 2006). Until today, changes and transformation have been observed in housing just as it is the case in every field. With the effect of the technological developments in the 19th Century, and the struggle for Westernization to keep in pace with these developments, changes have started in the internal areas of the traditional houses. Akin (1999) states that the most important factor boosting this change is the technology. With the development of technology, the changing needs and requirements have led to reshaping and changes in the formation of the houses. The habit of sitting on the ground in the house has been left and some western style furniture (sofas, armchairs, etc.) has been used in internal areas. This change has led to the transformation of multi-functional traditional houses into houses with single functions. The living room, sitting room, dining room, bedroom, bathroom and the kitchen have been separated depending on their functions (Demirarslan, 2006). Formerly, these areas found place in multi-functional sofas, and the sofas were replaced with halls and corridors that connected the rooms to each other.

“Since the multi-functional rooms have been replaced with specific areas, the unnecessary or insufficient areas in the traditional rooms have lost their functionalities. When the mentality of multi-functional room has disappeared, the cupboards in every room have also disappeared; and the bathing cubicle has become void with the spread of elementary family type. The changing bath culture has been reflected in the houses in functional basis. Similarly, the change in the kitchen culture has also been observed; the kitchen that was in the garden has been brought to the inside of the house” (Atik, 2011).

Eyüce (2005) emphasizes that city water, waste water, electricity, central heating, etc. facilities did not exist in traditional houses, and therefore they were not influential in the design process of the traditional houses. With the developments and changes in technological equipment (heating, cooling, communication, etc.), the fridge, washing machine, television and numerous other house devices changed the quality of the traditional houses.

#### **4. Field Study**

Sille, which is situated 8 km NW of Konya city center, is an important settlement due to being a host to both Muslims and Christians. First settlers were Christians. Immigration of Muslim Turks to Sille began after Konya and its vicinity was captured by Seljuk Turks. Christians and Muslims lived together during both Seljuk and Ottoman periods. As a result, life in Sille differed from the life in Konya, and it brought variation to cultural subjects such as speech, clothing and traditions. Sille was declared an urban protected site in 2001 via rule no 4328. It was aimed by Selcuklu Municipality that Sille can be an added value to sustainable culture tourism with regard to Culture Valley project in 2001. Today, increasing the popularity of Sille -especially visited by domestic tourists widely- and turning it into a touristic place, sharing and exhibiting its values are aimed. It is possible to mention two different textures which are tangible indicators of authentic and historical textures in Sille. The first is the churches that were carved into the skirts of mountains, which belongs to the early Christian era. The second is the traditional architecture such as houses, baths, educational buildings churches and mosques which are created via the population of Sille with regard to their own culture, needs and likes. Sille, which is situated on a slope area, is shaped organically and has narrow streets. In the organic texture that is shaped according to the slope of the area, one house's roof is a terrace for the next house.

##### *The Architectural Characteristics of Sille Houses*



















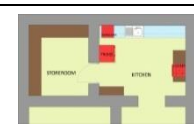
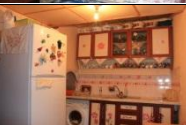
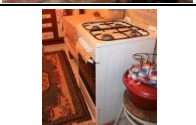
It is observed that the houses built in the streets on both banks of the Sille Stream are in accordance with the terrace plan. Generally, stone, adobe brick, and wooden materials are used in the houses. The houses are generally 2-storey houses and the lower floor is used for service purposes such as stable, hayloft, kitchen, cellar; and the upper floor is used for living purposes. The houses generally have internal sofas or L-shaped sofas. The main areas in the houses are the internal sofa, or the L-shaped sofa in the middle part of the rooms in the mutual area in the house, and the rooms that have cupboards and window boxes in the area where the door wings are opened and where there are couches. The shakedown on which the family members sleep at night, and the quilts are put in the cupboards that are embedded in the walls during daytime. A part of these cupboards are plastered with lime mortar and used as the bathing cubicle. The rooms are usually surrounded with couches and

mattresses. The main usage areas in Sille Houses are located in the second floors. There are sitting rooms, guest rooms and bedrooms in both sides of the wide and long sofa in the middle of the house. The sofa and the rooms are spacious, quiet, calm, clear and wide. The kitchen culture in Sille has differentiated in a manner that is specific to the area. The cellar holds an important place for the living. The upper surfaces of the Sille houses are generally earth-sheltered.

#### *Use of Technology in Traditional Sille Houses*

Changes are being experienced in traditional Sille Houses which are still in use today. These changes occur according to the requirements, changing life conditions, and preferences. One of the most important reasons for this is the technology finding its place in the areas in the houses. Although the use of technology/technical equipment is inevitable and compulsory, it brings with it the disappearance of specific uses of the traditional houses. In the scope of the study, analyses have been performed on especially the living areas and kitchen-cellar that are among the basic places of traditional Sille Houses. In three samples that were selected, the residents' being originally from Sille has been taken as the criteria for the purpose of considering the continuity of the culture. The use of refrigerator, oven and deep-freezer for the kitchen; and the use of television and computer in living areas are common. It has been observed that the storing needs in the cellars, and the production processes of the consumer products have been changed with the use of technological house tools. The findings obtained over three houses are summarized in Table-1.

Table 1. The Changes observed with the use of technological equipment in kitchen and living areas in the three sample houses in Sille

	Facade		Plan	Indoors	Indoors
<b>HOUSE 1: Hacali Ağa Street No:42</b>		<b>Living</b>			
		<b>Kitchen</b>			
				<p>-The kitchen in the first floor has been moved to the upper floor.                      -There are fridge, oven, dishwasher and similar technological equipment in the kitchen.                      -Oven is placed in the area which was formerly planned as the fireplace.                      -The kitchen cupboards and the sink have been modified according to the technological equipment.                      -The cellar in the first floor is used as the firing storage.</p> <p>-The cupboards are still present; however, there are changes in the functions. The cupboards that are embedded in the walls are used for the television.                      -Floor mattresses are used in the living rooms. In some rooms of the sample house, only a seating group and in some of them, floor mattresses and sofas are used.                      -There is a computer desk, a computer and a printer in the sitting room.</p>	
<b>HOUSE 2: Hükümet Street No:10</b>		<b>Living</b>			
		<b>Kitchen</b>			
				<p>-There is a fridge, oven, deep freezer, and similar technological equipment in the kitchen. The kitchen cupboards, and the sink are modified according to the current requirements. The old cupboards are still in the kitchen.                      -There is a WC in the second floor that is formed with the needs of the users.</p> <p>-Floor mattresses are used in sitting rooms in the traditional authentic structure; however, in the sample house of this study, there are floor mattresses and sofa. There are only floor mattresses in the other room.                      - The cupboards are still in the house; however there are changes in the functionality. The cupboard placed in the house afterwards is used both as the cupboard and the television unit.</p>	
<b>HOUSE 3: Hacali Ağa Street No:64</b>		<b>Living</b>			
		<b>Kitchen</b>			
				<p>-There is a fridge, an oven, a washing machine and similar technological equipment in the kitchen.                      -The kitchen cupboards and the sink have been modified according to the current technological requirements. There is a door leading to the cellar in the kitchen.                      -There is a seating group in the entrance.                      -The cupboards are still there; however, there are changes in their functions.</p> <p>-Floor mattresses are used in sitting rooms in the traditional authentic structure; however, in the sample house of this study, there are floor mattresses and sofa. There are only floor mattresses in the other room.                      - There is a television unit in the sitting room.                      -The part which was built as the balcony in the entrance of the house was closed afterwards, and today this area is used as the sitting area; and there is also a television unit in this area.</p>	

## 5.Evaluation and Conclusion

At the end of the study, it has been determined that technological and socio-cultural factors influence the “architectural products that are without architecture” as well. The cultural changes were obtained via the observations and one-to-one dialogues. In the periods when the traditional lifestyle had not disappeared, more than one family lived in one single house, and the planning was made according to this structure. However, today this structure has changed and married young family members leave their father’s houses due to changing comfort and aesthetic concerns, and because the areas becoming insufficient for the changing income sources etc. Since the activities that were performed together with the neighbors as a part of the culture (local cooking,

vintage, baking bread, etc.) in the traditional lifestyle do not exist today, it has been observed that the relations among the neighbors have also disappeared. The outcomes about spatial-equipment changes are compared with the traditional houses' interior. While in traditional houses, the kitchen and the cellar are usually located in the ground floor. There are fireplaces that are immovable and in which wood is used for heating and cooking. There are no kitchen benches. Shelves and cupboards are embedded and the cellar is used actively. In living rooms, there are no technological tools. There are cupboards on the walls in which the beds and quilts are put. Floor mattresses and floor beds are used. In today houses, the kitchen has been replaced with the living areas. The shape of the fireplace has changed and there are movable fireplaces. There is a kitchen bench and there are closed cupboards above and below the bench. And also, the dishwasher, washing machine, oven, microwave, TV, fridge, deep freezer are in the kitchen. The cellar is used as the storage unit. The cupboards that are embedded have changed their functions and are used for TV unit, etc. Seating groups and bed clothes are placed. Also, TV, computer, radio and the relevant units are placed in the rooms. Upon the analyses and observations, it has been determined that the lifestyle has changed in traditional Sille houses with the influence of the technology, and that this influence has been reflected in the houses. While traditional houses are being designed, each area was shaped in accordance with the needs; however, today, these areas have become useless because their functions have been changed and there are transformations. Technological equipment being used in traditional houses to facilitate everyday life, for production and storing especially in the kitchen, increase the comfort of the life, increase the occupation of the family members in the rooms, and change the socio-cultural life and lead to the demolition of the authentic values, and change the quality of the traditional houses. When evaluated in terms of architecture, it is being considered necessary for the archiving work that detailed studies are performed on the internal areas of the houses like those in Sille. In case these areas are not used as houses, there is the possibility of destroying the authentic structure. Our responsibilities as the researchers and the architects are to transfer the authentic characters to next generations with documents.

## References

- [1] Akın, O., (1999), "Küreselleşme Olgusu ve Kent Mekânı Üzerindeki Etkileri", İstanbul Metropolitan Alanı Örneğinde, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul
- [2] Atik D., (2011), "Geleneksel Konut Alanlarındaki Fiziksel ve Sosyo-Kültürel Değişimlerin Saptanmasına Yönelik Bir Model Önerisi: Edirne Kenti Örneği", Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Edirne
- [3] Aydın, D., (2008), "Contextual Values in Rural Architecture: Kiliştra (Gokyurt) Settlement / Konya – Turkey", Regional Architecture and Identity in the Age of Globalization, CSAAR 2007 Tunus, Volume I, s.408-417.
- [4] Demirarslan D., (2006), "Batılılaşma Sürecinde Türk Barınma Kültüründeki Değişim Ve Konuttaki Yansımaları"
- [5] Eyüce, A., (2005), "Geleneksel Yapılar ve Mekânlar", Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [6] Karpuz H., (2013), "Sille Evleri", I. Ulusal Sille Sempozyumu, 26-27 Eylül 2013, Konya
- [7] Rapoport, A. (1994), "Spatial Organization and the Built Environment. In T. Ingold (Ed.)", Companion Encyclopedia of Anthropology: Humanity, Culture and Social Life, pp: 460-501, London, UK, Routledge
- [8] Rapoport, A. (2002), Geleneksel Çevreler, Kültür ve Koruma. Mimarlık Dergisi. Yıl:38, Sayı: 304, TMMOB Mimarlar Odası, pp:27-32. Ankara
- [9] Tapur, T., (2013), "Sille'nin Coğrafi Özellikleri", I. Ulusal Sille Sempozyumu, 26-27 Eylül 2013, Konya
- [10] Tuncdilek N. (1967), "Türkiye İskan Coğrafyası, Kır İskanı (Koy Altı İskan Şekilleri)", İstanbul University Faculty of Letters Press: 1283, Geography Institute Press, Number: 49, İstanbul

**Abstract**

The expectation for higher comfort levels and the technology used for it have evolved dramatically through to the performance of a design work. It is a big challenge for interior architecture to satisfy both the new technology predicted and expected in new spatial design which also gives pleasure to live in it. The paper stands on the intellectual design concerns evolved from traditional thinking to modern. The work was framed in three stages as 'construction materials of know-how techniques which incorporate spatial generations', 'building materials of construction catalogue having specific used in spatial constitution', 'novel materials which are subjected to design'. This evolution plays in opposite manner of nowadays has been defined as materials of spaces and spaces for materials. Merely smart materials cannot make a design smarter for living. It is just like a music work, any technological treatment can make its performance to be shorted in notes. Because it will change the rhythm of melody and make it entirely different. For not changing the flow of living rhythm in space, interior architecture needs to find a way to balance and meets at the mid-point. It is the departure of paper and the models of both were debated on.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference "All In One Conference"

*Keywords:* Materiality; Architecture Thinking; Design Tools

---

**1. Introduction**

All materials have characteristic forms and emerge their design. And it is actually what we call the nature of materiality. Surveying that nature in building construction provokes the intension of the spaces where our daily lives flow in. On the other hand the modern life came the fore in a very material world challenges the spirit of space. Ironically, that poses bipolar aspects can be referenced somewhat as "materials of spaces" and "spaces for materials". Spatial design concerns intense of symbiotic linking of pragmatic and poetic materiality of built environment. In this sense, emergence of spaces can be considered to be analogous to a sort of supernatural meeting "a high performance body" with "a good manner characteristic". The degree of the success in that correlation reveals the efficiency of spatial design where the design mind charges.

The smart materials and high production technology of today support all designer to define the physiognomy of built spaces. On the other hand, the idea behind the spaces have to assign characteristic individuality to the design, which in turn supports the profile of place. Design mind works to build our individual space of the place somewhat make us to say "that is my world". Understanding that manner is also essential for interior architecture to introduce construction methods and materiality of novel spaces and to reveal the novelty of architecture, for having awareness innovation ideas process behind them.

The main processing discourse of materiality evolved in triple root-way of architectural thinking from traditional to modern. The tree stages instruct architects in sequence: to introduce construction materials of know-how techniques evolved in spatial generations; to organize building products having higher capability for many different uses in construction of whatever intends and to emerge the spaces of components constitute novelty with designed materials.

**2. The Triple Root-Way From Traditional to Modern**

The instruction of triple root-way comprises algorithmic guide following in architectural sense. Each has characterized mode of construction materiality.

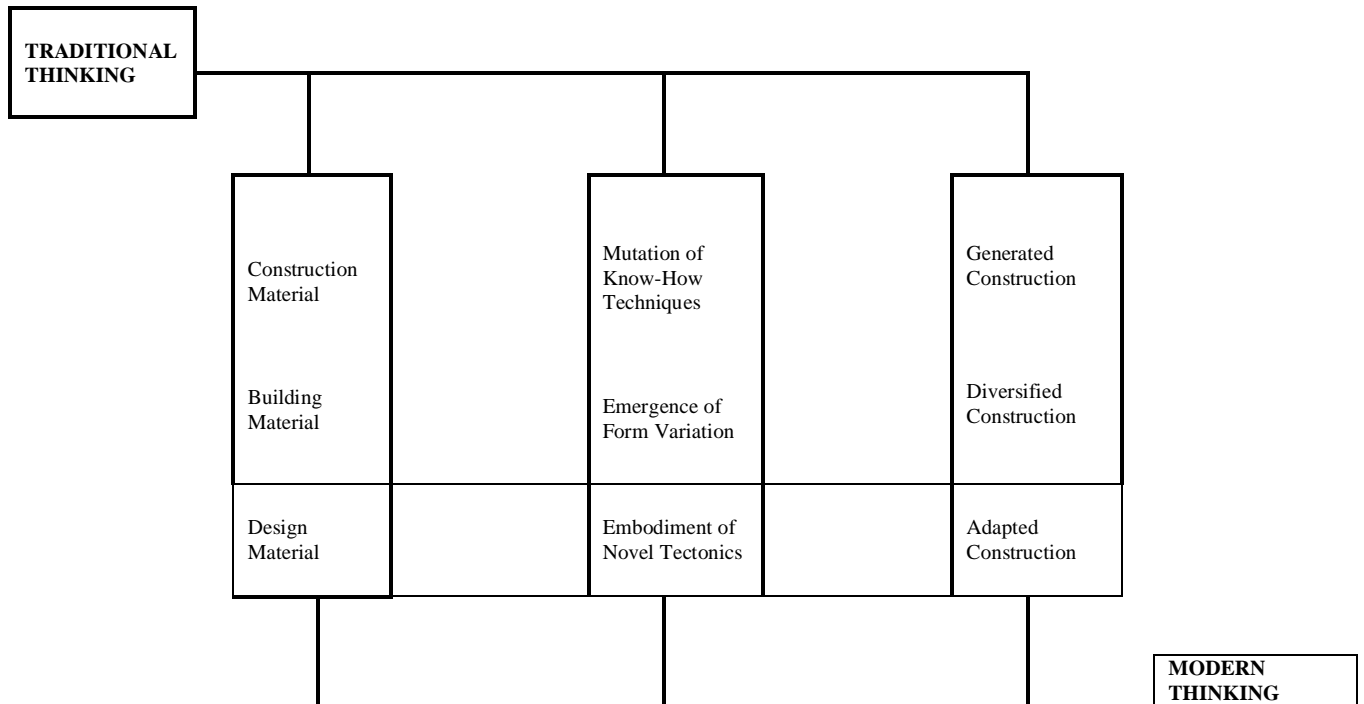


Fig. 1. The algorithmic table of triple root way

The root-way of flow-chart, shown above in algorithmic table, frames three columns of lay-out. They lead from more conventional through innovative thinking systematic, mainly framed as traditional and modern. The middle column defines operative design process at the core which is evolved in three steps. The columns of materiality and construction are laid at both side touching the core at the middle. By this way, the core comprises operative methods making our ideas to shape up with the correlation of what we use and how we build.

### 1.1. Mutation of know-how techniques

The local materials of know-how techniques base on the skill-experience training, regenerate at slow-pace of evolution, by master-builder of civil-vernacular architecture. The ingenious mind of architectural practice renovates itself through prevailing mode, where the fallacies of materials are suppress at each construction. The flow of material to site can be accomplished due to achieved resources getting from the neighborhood's transport-distance. The Peripheral material-supplies are domain at the hinterland of the site and they are widely-known by builders.

The local-building products have considerably well-performance with their competence at high adaptability. The reflex executions develop according the enormous number of practices, breeds the characteristic construction model of the place. How it is built depends on how the components have got and produced, mostly processing held simultaneously with construction.

One of the well-known walling techniques of ingenious is weaving branches and bushes used to reinforce mud-plaster filled Wall systems. That know-how technique is characteristic of Mediterranean region and South of Anatolia peninsula which is largely seen at 'huğ' housing of early settlement of 'Çukurova' dwellings. The geographical location of "Çukurova" (bowl-form-plain) , at the passage of Mediterranean –Easter Anatolia and Mesopotamian, characterizes a rooted settlement culture's intersection. The peninsula the crucial participant of Mediterranean Region with its South and Western Coasts.

The geographical location of "Çukurova" (bowl-form-plain) , at the passage of Mediterranean –Easter Anatolia and Mesopotamian, characterizes a rooted settlement culture's intersection. While the North and the North-East of the plain is rising with the Toros mountain range, the southern of it is scooping through the Mediterranean Sea. The rivers of Seyhan and Ceyhan flow through in this bowl and reach the Mediterranean. Thus, the Çukurova, meaning bowl-form- plain in Turkish, is the largest plain of the east-Mediterranean region of Anatolia .



Fig.2. The branch-knitting Wall system of vernacular architecture from Ceyhan (town of Adana city) are largely seen at the districts of East-Mediterranean Region of Cukurova [Bas,D].

Although, the technique of branch-knitting at traditional Wall systems and plaster which are largely seen at the vernacular architecture(fig.2), architects do not normally employ a systematic method for the selection materials for the particular construction but they are guided almost exclusively by accepted practice. And through the ages, Operative design process gets legality with construction iteration from traditional housing mind and inspires its mutational examples. One of them is shown below where the know-how techniques of ‘huğ’ housing was used to evolved to introduce mutational construction of walling systems breeding after several sketching such as shown below (fig.3).

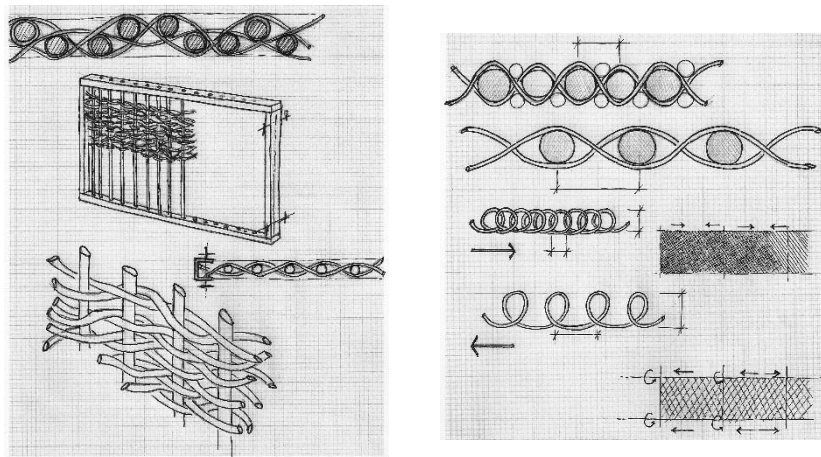


Fig.3. Sketches for new wall system are guided by generated construction as mutation of know-how technique [1].

### 1.2. Emergence of Form Variation

Each spatial components have been primary defined by their own set of uses for construction. Therefore, they have qualities performance developed to fulfill the requirements of discrete uses in building.

Contemporary designer have been relieved the hybrid material family of composites. Smart material properties are composed to address sets of diverse uses with the performance requirements for varied forms.

Under the leadership of Achim Menges, The Department of Form Generation and Materialisation of Hochschule für Gestaltung (HfG) Offenbach developed the projects exploiting the versatility of fiber-reinforced composite materials as surfaces [2]. They investigated form –finding ways of design processes with 3-D textile glass-fiber composite surfaces.





Fig. 4. Intensifier 01 and 02 projects having fibre-reinforced composite material systems developed at Hfg Department of Form Generation and Materialisation [3].

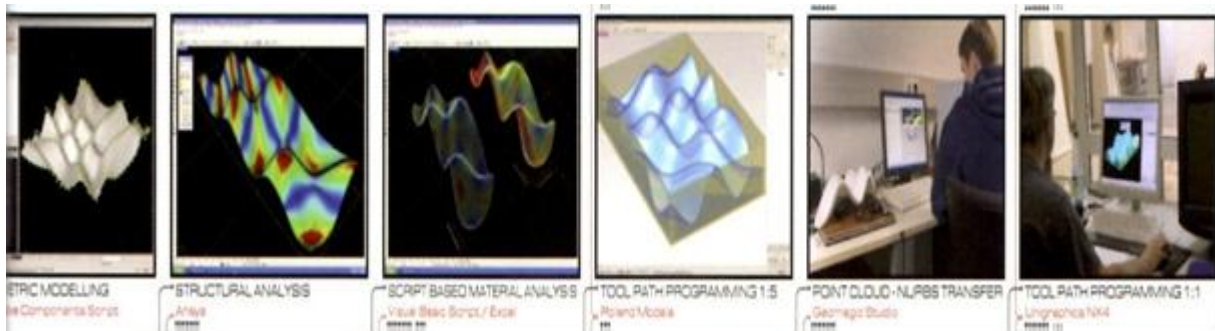


Fig. 5. The Parametric and manufacturing model stages of Lounge Landscape [4].



Fig.6. Lounge Landscape Sitting having folded-form varied by parametric design of emergence [5].

The modelling of parametric design and manufacture program were developed and 3-D textile composite employed in Lounge Landscape sitting element.

The parametric design studies define strategy to maximize emergence capacity of varied forms. The folded structural design gives much more possibilities free from the constraints of manufacturing for any spatial component such as lounge landscape, a sitting element seen above at fig.6.

The main concern of thinking systematic focuses on to explore transformed spatial components which can be used by several intends for building products. Surface is the primary element of all varied forms and parameter-based geometries can be used for diversified construction of spaces. The example of Lounge Landscape work is discussed that exemplify key aspect of the operative design process for correlation tool of form variation. The building and structure system of surface has to be explored and developed by architects of spatial constitution. The nature of materials in that mode of construction is also attempted to put forward by architectural assemblies.

### 1.3. Embodiment of novel tectonics

The novel tectonics of space has emerge of spatial base unit. The spatial base units have not only volumetric measurements but also define modules of spatial dimensions by coming together units to units due to the functional requirement of spatial organization.

The non-linear relationship of base units generated as module is articulated and embodied by transformation of spatial patterns. That emerge spatial novel tectonics as what is perceived inside and outside of the space at the same time.

Base unit is built by structural framing elements and units combine at system knots. Whereas the detail design works to organize pattern, the new materiality for unit may not be needed but design requirement has to be achieved by transformation, inherently to characterize spatial tectonics of embodiment. As the yield, that process attributes novelty, in any case.

On Sussex coast of Littlehampton, on England's South coast, a beach kiosk incorporates café, restaurant and takeaway kiosk functions by the design of Thomas Heatherwick and Adam Kara Taylor.

The kiosk is made up 36 ribbons-units where they were organized the modules of pattern. The constitution of pattern designate the exterior shell and spatial volumetric at the wholeness of tectonic. Each ribbon structure



curved to determine needed space of function, allowing for the fullest use of the interior space. The folds and transformed combination designed one by one using Digital Project/CATIA.

Fig.10. View of the beach kiosks on Sussex Coast of Littlehampton-Design of Thomas Heatherwick and Adam Kara Taylor, made



of 36 mild steel strips evoke the contours of tide-washed sand and have oil-based coating for a rust-like patina [6].

The strips are made up of 8-millimetre (0.3-inch) mild steel, weathered and Owatrol-oiled. The final design was fabricated off site, but literally a stone's throw away, by local steelwork firm Littlehampton Welding. Hanif Kara of Adams Kara Taylor says the biggest challenge 'was to make connection between what is a very low-tech material of flat steel plate with the most advanced high-tech design tools available for drawing and forensically analysing the form to create a complex "whole" with very simple "parts" [7].

Finally, the rhythm of curved-strips and their brown colored patina were intended to evoke the contours of tide-washed sand. The topology and function survive all in all by the way of embodiment of novel tectonic.

## 7. CONCLUSION

Designers challenge in immense range of material and they conflict to choose from the menu of materials for innovative design. The main concerns focus on the notion of innovation for seeing behind the big picture of reality, where using new and smart much-more does not make the whole novel and smarter. Actually, we live in the age of advanced material and we have no chance not-to-know to miss developments of materiality, indeed.

So the paper was attempted to find a rapport between bipolar thinking-way by giving a mid-way instruction for meeting inspiration.

The triple- root way of algorithmic thinking is suggesting at the paper in correlation of what we use and how we build. The meeting root defines 'operative design process' between 'materiality' and 'construction' and at sub-titles they exemplified as 'Mutation of know-how techniques'- 'Emergence of Form Variation'- 'Embodiment of Novel Tectonics'. Three ways can be led by designer for enriching and clear seeing from conventional limited thinking to innovative open-minded thinking of modern.

On the other-hand the paper is not concluded at all. The last words are said before and discussed at several times but it is needed to repeat much louder to raise awareness what if we tend to not to design for daily life-flows:

Design can follow the way to sell or earn more by encouraging the consumption more in a planned obsolesce value system. The principle based on such a value system does not expect man to appropriate a design belonging to user for preservation in long period, and on the other side it is being purposed to assign man as consumer ready to change a design as soon as "the later" comes. In what degree such an approach can worth an acceptable evaluation for an architectural space? It states a clear contradiction in the meaning of architecture which is illogical to build a space not accepted to be belonged by its user due to the peculiarities of physical and socio-cultural environment where it is being lived referring as "the place". On the other hand, there has been always a great desire also for architecture to build an art work as a sculptor articulated an amazing power symbolizing the dominance of architectural creation through the ages. Towards a sustainable architecture since industrial revolution it is being debating on through the severing considerations in "rethinking of architecture". Also sculpturing huge bodies having preference of technology is being seemed as narcissism based on a departure point which accounts the mission of architecture as "the art of living". So the goal of the mission is being compromised on architecture to build as a living organism to be belonged by environment instead of to build as a diamond like sculptor for preserve in a refused environment. That means an inspiration towards the architecture as metamorphosis of life itself existing in "the place" contrary to the sculptured bodies in machine-made perfection.

Through the approaching ages the life is getting more and more permitted by architecture where it is being almost sacrificed. This aptitude in a scoring system due to the material "the place" not only means possible reserves for construction but it refers the resource of life where the architecture should be belonged as integrating the built to the rhythms of existing environment. And also the spaces created as art works should have common senses participating in both the built and the natural environments referring as a constitutional metabolism identifying the place. Advocating the stance the architect has being charge of the where we are living and has no right to create isolated self-referee built sculptures.

The architecture should not be considered merely as the dynamic adaptation of technology in evolved materials, although in the term of "art of living" its dynamic adaptation to all participants of existing environment should be also assessed. Meanwhile, using material in design should not only be considered and evaluated by the ranks of expressions implying how it is achieved to be changed more by the technology. On the other side it is underpinning that there should be an alternative value system for the materials building up the architectural metabolism scoring through how much a designer succeed it to integrate with "the life" processing as "the place". That brings about such a formal expression construed on materials having signs which are adapted by the erosion in the life-flow of architecture.

So, it is offered to make a decision for design intension through "the materials having price" to "the materials having value".

## References

- [1] Baş D., 2010. Mimari Düşüncenin Biçimlenişi, İstanbul: ES Yayınları; 2010, p.223, p.224
- Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun* 2000;**163**:51–9.
- [2] Menges A., Environmental Intensifiers. AD 2006-07; No2 Vol 78:89-95.
- [3] Menges A., Environmental Intensifiers. AD 2006-07; No2 Vol 78:90-91.
- [4] Menges A., Environmental Intensifiers. AD 2006-07; No2 Vol 78:95.
- [5] Menges A., Environmental Intensifiers. AD 2006-07; No2 Vol 78:93.
- [6] Castel H., Editorial, Making Waves at East Beach Café. AD 2006-07; No2 Vol 78:142+.
- [7] Castel H., Editorial, Making Waves at East Beach Café. AD 2006-07; No2 Vol 78:143+

### Abstract

The usage period of residences is quite long and during this time, it is necessary to change, for various reasons, the building materials and components. It has been observed that, especially in residences in Turkey, frequent refurbishments are done. This causes raw material consumption and construction&demolition (C&D) waste. The methods, which are the basis of sustainable development and cover subjects such as energy saving, natural resources saving and waste reduction, make up the agenda of modern architecture as well. The primary environmental target regarding this subject should be the prevention and reduction of raw material consumption and C&D generation. The aim of this study is to provide suggestions regarding the prevention/reduction of waste generated due to refurbishments done for various purposes in residences in Turkey. To this end, a survey of homeowners in Istanbul was conducted to determine the nature and purpose of refurbishment work done in residences. In order to come up with solutions towards reducing the construction waste generation, it is vital that these reasons are known. In light of the causes determined, suggestions for solving the problems have been developed.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Keywords:* refurbishment;, construction&demolition waste; waste reduction.

---

### 1.Introduction

The usage period of residences is quite long and during this time, it is necessary to change, for various reasons, the building materials and components. The reinforced concrete structures would be designed for the longest life +50 years. Exterior surfaces change about every 20 years. Wiring, plumbing, and other surfaces tend to wear out or go obsolete every 7 to 15 years. Interior walls and other elements of the floor plan tend to change every few years in some buildings [1].

It has been observed that, especially in residences in Turkey, frequent refurbishments are done. This causes raw material consumption and construction&demolition (C&D) waste. The methods, which are the basis of sustainable development and cover subjects such as energy saving, natural resources saving and waste reduction, make up the agenda of modern architecture as well. The primary environmental target regarding this subject should be the prevention and reduction of raw material consumption and C&D generation. In this study directed for this purpose, research was conducted on the usage period and the reasons for refurbishments made in residences in Turkey.

A survey was conducted in Istanbul to serve the purpose of this study. 18% of the population (approximately 14 million) of Turkey resides in Istanbul. In addition, in terms of the number of buildings, Istanbul is the densest region (869 444 buildings) in Turkey with 70% of the buildings being residential buildings [2]. For these reasons it is believed that the results obtained from this study will reflect the general condition of Turkey. The surveys was conducted by interviewing 180 homeowners living in different parts of Istanbul that exhibit a homogenous socio-economic and socio-cultural make up and live in residences that were designed and built for non-specific dwellers.

The aim of the survey is to determine information under the following topics:

- The reasons for the refurbishments.
- The refurbishments done during the usage period of residences that leads to the generation of C&D waste and raw material consumption.
- The refurbishments focus on which kinds of building materials/components.

The survey is made up of fifteen questions, and the first section contains questions aimed at defining the type of residence. The second section contains questions regarding the refurbishment works done in the residences,

specifically the types of materials used, the amount, the reasons of refurbishments and what was done with the old material.

## **2. Construction and Demolition Wastes**

The applications related to reducing of environmental problems that are progressively increasing these days make up a part of modern architecture agenda as well. Therefore, building that cause less environmental effects by generating less waste are defined as “environmentally friendly”.

Waste occurs within the lifecycle of buildings, during the construction, refurbishment, and demolition phases. The construction and demolition (C&D) wastes become serious environmental problems in many countries. In the US, C&D waste represents about one-third of the volume of materials in landfills [3, 4]. Stokoe et al. [5] reported that C&D waste took up about 65% of Hong Kong's landfill space at its peak in 1994–1995. 35% of the space in Canada's landfills is taken up with C&D wastes and debris. According to Ferguson et al. [6], over 50% of waste in a typical UK landfill could be construction waste. Craven et al. [7] reported that construction activity generates 20–30% of all waste deposited in Australian landfills.

One of the important environmental problems in Turkey is the pollution caused by municipal, industrial and C&D wastes. This problem is felt even more strongly in the Marmara region and Istanbul where the population and industrialization is denser. After the 1999 Marmara earthquake, a significant (approximately 13 million tons) amount of debris occurred [8]. As a result of the daily demolition of illegal construction, a continuous formation of waste occurs, also. Besides these reasons, during the period of usage of residences in Turkey, for various reasons quite frequent refurbishments are done to the building material and components, thus resulting in the formation of construction waste. This leads to not only economic and labor losses, but also can have a negative impact on the environment.

Construction and demolition debris that are dumped into forest, streams, ravines and empty lots causes erosion, contaminates wells, water tables and surface waters, attracts pests, creates fire hazards and detracts from the beauty of natural areas. In many countries, the large volumes of construction waste strain landfill capacities and leads to environmental concerns. It is also much more difficult to dispose of construction waste that may contain such hazardous matters such as asbestos, heavy metals, persistent organic compounds and volatile organic compounds (VOCs) than household waste.

## **3. Results of the survey: Causes of construction waste generation in Turkey**

Construction waste generation is dynamic. Therefore, predicting waste levels in advance is not easy. The literature search did not reveal any previous attempt to do so. During every stage of a building's life cycle, due to various reasons, solid waste and pollution is generated. According to the Environmental Protection Agency (EPA), approximately 92% of all construction and demolition waste is generated via refurbishment and demolition [9]. In this study, the C&D waste generated during the usage period of residences was examined. The usage period of residences is quite long and during this time, it is necessary to change, for various reasons, the building materials and components.

It has been observed that, especially in residences in Turkey, frequent refurbishments are done that result in construction waste. According to the survey results, 70% of the 180 survey participants have had interior refurbishment done. 26% of them indicated that they had the refurbishment done before they moved in. The residential buildings varying from 60-200 m<sup>2</sup> are as old as 1-20 years. Most of the refurbishments were done 5-6 years after moving into the residence. Therefore, refurbishments are done within last 15 years time.

Survey participants gave one or more reasons for making refurbishments in their residences. Accordingly, most of the refurbishments (25%) were made due to deterioration (physical, chemical, biological etc.). This was followed, in decreasing order, by aesthetic considerations (19%), improving the quality of materials (16%), difficulty in usage (10%), insufficient dimensions of space (9%), security (8%), improving the quality of labor (6%), desire to use trendy materials (4%), and health reasons (3%) (Fig. 1).

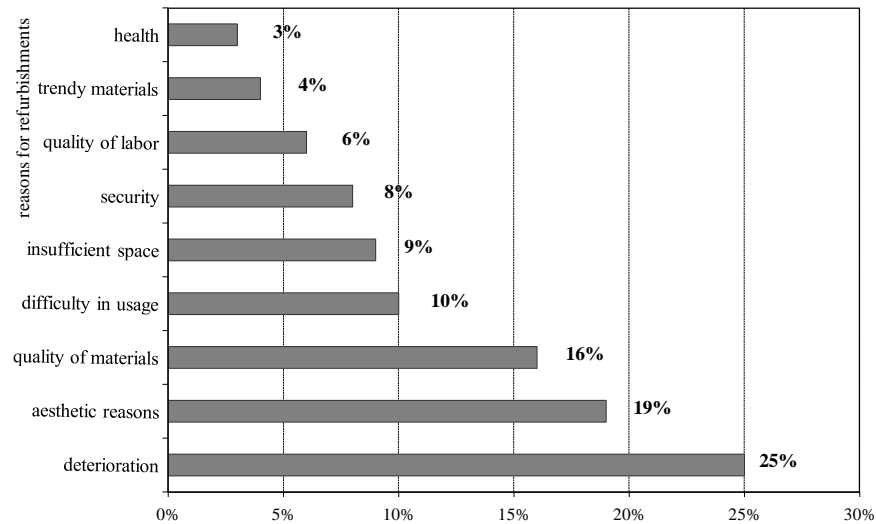


Fig. 1. The most important reasons for refurbishments in residences

The types and percentages of interior refurbishments done in residences are shown in Fig.2. In the survey, it was determined that more than one of the items listed in the figure were done during refurbishment in the residences.

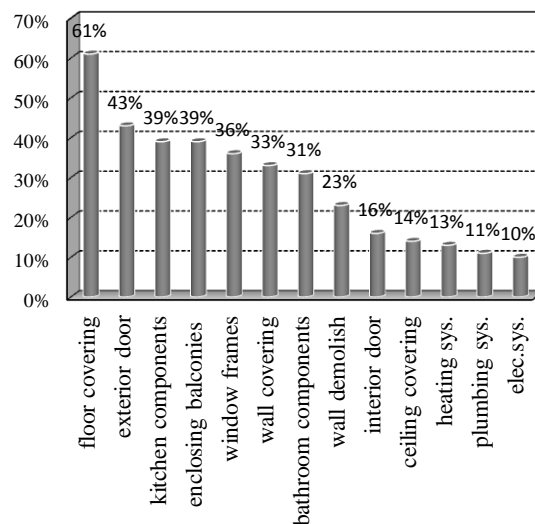


Fig.2. Refurbishments and their ratios in residential buildings

As a result of the refurbishments conducted in the residences, C&D waste in the form of ceramic, wood, natural rocks, glass, carpet, metal, plaster, and plastic was generated. The amounts of these building materials were determined as m<sup>2</sup> or m and all data were converted into weight (kg). The approximate total amount of waste building material generated as a result of interior refurbishments done in residences was 55 139 kg, which amounted to 39 kg of construction waste per year per residence [10]. Approximately 41% by weight of the refurbished material was ceramics. This was followed, in order, by wood (22,5%), natural rocks (15,5%), glass (10,5%), carpet (3,2%), metals (3,1%), plaster (2,4%) and plastics (1,9%).

It has been determined that approximately 74% of the total building materials generated after refurbishments were removed in an unsupervised manner. Approximately 98% of ceramics, 66% of wood, 32% of natural rocks, 65% of the glass, 49% of carpet, 47% of metallic materials and 100% of the plaster and plastic materials were removed. The remove and reuse weight ratios of the building materials generated from refurbishments are given in Fig.3. Accordingly, it can be said that the percentage of reuse of building materials generated as a result of refurbishments is quite low.

Questionnaire participants replied affirmatively to the question: “Do you want organizations that collect materials and components generated after the refurbishments?” Great portion of the questionnaire participants agree that those materials/components could be reused or recycled. %53 of questionnaire participants chose to give their construction waste free in case there would be organizations that would pick up the construction waste after refurbishments.

According to the field study, scrap dealers are seen in the suburbs of the city, that trade used building material for pure profit purposes. These scrap dealers supply used building material from the construction demolish subcontractors and the modifiers, than they trade them without any furnishing, cleaning or maintenance so as to keep their cost low. There is no application to facilitate neither the users contacting to these dealers nor the dealers contacting directly with the users. It is also reported that these dealers mostly sell doors, windows made of wood and plastic materials. They also sell kitchen and bathroom elements (closet, wash-bowl, kitchen sink, kitchen counter and cupboard), strips, tiles, plastic pipes, asbestos roofing sheets, wooden lath, and some other reusable materials.

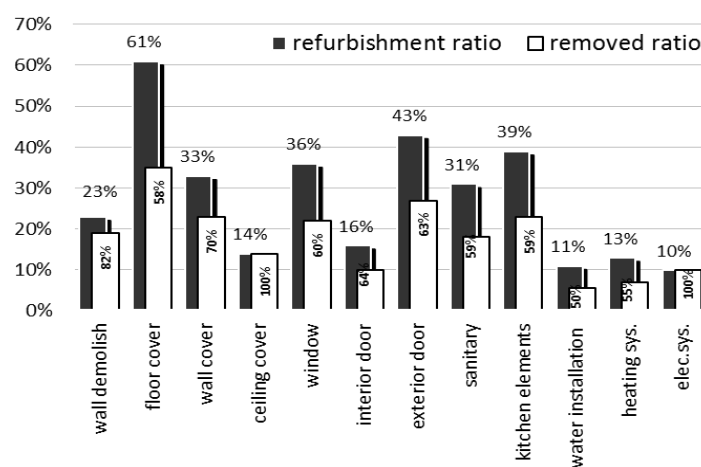


Fig.3. The Ratios of Removed Materials after Refurbishment

#### 4. Conclusion

Approximately 2/3 of building material generated by refurbishments has been removed to the landfill. It had been noticed that relevant ministry had prepared a detailed regulation but could not be able to put in to full force. Istanbul municipality’s relevant activities are insufficient. Trade of the used building materials by the scrap dealers is a positive application but is not a running system. Encouraging improvement of methods and organizations to widespread the reuse and to reduce the C&D wastes becomes important. To achieve this;

- Expectations of the users should be determined clearly and reflected to designs.
- Building designers should refer to recyclable and durable materials.
- Building materials should be detailed so as to facilitate dismantling.
- Building components should be standard and designed modular so as to widespread reuse.
- Relevant regulation should be reviewed concerning the applicability and required corrections should be amended.
- Municipalities should accelerate their operations regarding the regulation and provide efficient inspections.
- Scrap dealers should be organized under municipalities.
- Regulations should be amended to make the transfer of C&D wastes to reuse building materials outlet.

#### References

- [1] Milani B., “Building Materials in a Green Economy: Community-Based Strategies for Dematerialization”, Paper delivered to the biennial conference of the Canadian Society for Ecological Economics (CANSEE), McGill University, Montreal, August 25, 2001.
- [2] Turkish Statistical Enstitute, <http://www.tuik.gov.tr> (20/03/2015)

- [3] Chun-Li P., Grosskopf K.R. and Kibert C.J., Construction waste management and recycling strategies in the United State. In: C.J. Kibert, Editor, Proceedings of the First Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction, Centre For Construction And Environment, Tampa, FL pp. 689–696, 1994.
- [4] Kibert C.J., Deconstruction as an essential component of sustainable construction. In: Proceedings of the Second Southern African Conference on Sustainable Development in the Built Environment, Pretoria, pp. 34-1–5, August 23–25, 2000.
- [5] Stokoe, M.J., Kwong, P.Y., Lau, M.M., “Waste Reduction: A Tool for Sustainable Waste Management for Hong Kong”, In: Barrage, A., Edelmann, Y., editors. Proceedings of R’99 World Congress, vol. 5, pp. 165-170, Geneva, Switzerland, 1999.
- [6] Ferguson J., Kermod N., Nash C.L., Sketch W.A.J. and Huxford R.P., “Managing and Minimizing Construction Waste: a Practical Guide”, Institute of Civil Engineers, London, 1995.
- [7] Craven DJ, Okraglik HM, Eilenberg IM. Construction Waste and a New Design Methodology. In: Kibert CJ, editor. Proceedings of the First Conference of CIB TG 16 on Sustainable Construction. pp. 89–98, Tampa, FL, 1994.
- [8] State Planning Organization, “8th Development Plan: Report on Solid Waste Control”, Ankara, Turkey, 2001. <http://ekutup.dpt.gov.tr/icmesuyu/oik524.pdf>. (in Turkish)
- [9] Environmental Protection Agency, “Characterization of Building-Related Construction and Demolition Debris in the United States”, EPA 530-R-98-010, 1998.
- [10] Esin, T., Coşgun, N., “Ecological Analysis of Reusability and Recyclability of Modified Building Materials and Components at Use Phase of Residential Buildings in Istanbul”, UIA 2005 ISTANBUL XXII World Congress of Architecture - Cities: Grand Bazaar of Architectures, Istanbul, Turkey, 3-10 July 2005



## Contribution of Lighting Unit That is Preferred in Store Window Illumination to the Noticeability

**Necmi KAHRAMAN<sup>a,\*</sup>, Ş. Ebru OKUYUCU<sup>b</sup>, Mehmet SARIKAHYA<sup>b</sup>**

<sup>a</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon MYO Mobilya ve Dekorasyon Programı, Afyon 03200, Türkiye

<sup>b</sup>Afyon Kocatepe Üniversitesi, GSF İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Afyon 03200, Türkiye

### Abstract

The objective in store window lighting design is to increase the noticeability and the attraction by creating an interesting display. Make a difference and get people to look at the store window voluntarily or involuntarily by standing out among the other stores in shopping centers and streets where similar stores stand together is the most important objective of store window design. In the evenings and at nights, the most important job falls to the lighting unit. Then, the most important issue is the choice of lighting unit. While the lighting unit provides with visual attraction, it must have no disturbing effects such as ultraviolet nor infrared. And also, many lighting units have the effect of making their surroundings and the products visually noticeable, conscious preferences must be laid out in awareness of this. In this study, a practice was laid down on the people who went out for shopping or for a walk during evening hours in streets/roads where store density is high, in two different shopping centers in the city of Afyonkarahisar. Two questions were asked for the survey, the first question was “when you look at the street/road from a distance, which store window(s) is/are eye-catching?”, the second was “what is the contribution percentage of such a situation for you to look at/view that store window while you walk in front of the window that grabbed your attention (even if you don't stop). As a answer, while the most of the people find the store windows lightened with colored lamps more eye-catching, another big group of people stated that the store windows lightened with units that have different visual effects, for the second question, the most of the people said that they look at the store window at least out of the corner of their eyes while walking in front of the window by the lighting of which they were impressed. In conclusion, It has been detected that the store windows lightened with newly-introduced lighting units which have different visual effects through bright, colorful and luminous lighting units. +90-272-246-3302

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

**Key Words:** Store windows; Store windows lighting; window lightning elements

### Özet: Vitrin Aydınlatmalarında Tercih Edilen Aydınlatma Elemanının Fark Edilebilirliğe Katkısı

Mağaza vitrinlerinin tasarımında amaç ilgi çekici bir görünüm ortaya koyarak, fark edilebilirliği, çekiciliği artırmaktır. Birbirine benzer mağazaların bir arada olduğu alışveriş merkezlerinde ve caddelerde diğer mağazalar arasından sıyrılarak, farklılık yaratmak ve insanların istemli veya istemsiz vitrine bakmasını sağlamak vitrin tasarımının en önemli amacıdır. Akşam ve gecelerde ise vitrinin amacına ulaşmasında en önemli görev aydınlatma elemanına düşmektedir. Burada en önemli husus doğru aydınlatma elemanının seçimidir. Aydınlatma elemanı görsel çekicilik sağlarken, aynı zamanda ultraviyole ve kızılötesi ışın gibi bozucu etkilere sahip olmaması gerekmektedir. Ve ayrıca birçok aydınlatma elemanı çevresini ve ürünleri görsel olarak farklılaştırma etkisine sahiptir, bununda farkında olarak bilinçli tercihler yapılmalıdır. Bu çalışmada Afyonkarahisar şehir merkezinde yer alan iki farklı çarşı merkezindeki mağaza yoğunluğunun bulunduğu sokak/caddelerde akşam saatlerinde alışverişe veya gezmeye çıkmış insanlara uygulama yapılmıştır. Anket için iki soru yöneltilmiş ve ilk soru olarak ‘sokağa/caddeye bakıldığında uzaktan hangi vitrin veya vitrinlerin dikkat çektiği’ ve ikinci soru olarak ‘dikkatinizi çekmiş vitrinin önünden geçerken (durmasanız bile) o vitrine bakmanıza/incelemeinize katkı oranı nedir’ sorusu yöneltilmiştir. Cevap olarak büyük çoğunluk parlak renkli lamba ile aydınlatılmış vitrinleri daha dikkat çekici bulurken, yine önemli bir çoğunluk farklı görsel etkiye sahip elemanlar ile aydınlatılmış vitrinlerin çekici olduğunu, ikinci soruya cevaben de büyük çoğunluk aydınlatmasından etkilendikleri vitrinin önünden geçerken en azından göz ucuyla vitrine baktıklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak parlak renkli ışıklı aydınlatma elemanları ile ve farklı görsel etkiye sahip yeni piyasaya sunulmuş aydınlatma elemanları ile aydınlatılmış vitrinlerin insanlara daha dikkat çekici gelmekte olduğu tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Mağaza vitrinleri; Vitrin Aydınlatma; Vitrin Aydınlatma Elemanları

### 1. Giriş

Yüzyıllar boyunca karanlık ile mücadele eden insanoğlu, ateşin yaydığı ışık ile nihayet aydınlığa kavuşmuş daha sonra elektriğin keşfi ile insan ve çevre ilişkisi, algılama açısından sınırsız olarak nitelendirilebilecek çeşitliliğe kavuşmuştur. Günümüzde gelişen teknoloji ile beraber, yapay ve doğal

aydınlatma kavramlarına bağılı olarak, aydınlatma tasarımı ile ışığın mekânlarda görsel konfor aracı olarak kullanılmasının yanı sıra, kullanıcı beklentilerinin artmasıyla, iç mekân tasarımlarında büyük farklılıklar yaratmaya olanak sağlamıştır. [1]

Buradan çıkışla aydınlatmanın sadece bir gereklilik olmasının ötesinde, insanların algı dünyasını görsel yolla etkileyerek iç mekânlarda farklı duyulanmalara yol açması, bir iç mekân tasarımcısı için tasarım sürecinde hassasiyet gösterilmesi gereken bir konu olarak ortaya çıkmaktadır. Aydınlatma, mekânın atmosferini etkilediği gibi o mekânın işlevini destekler şekilde bir takım algı alanları oluşturmaktadır. [1]

'Görsel yönetimde güçlü olmak' perakende satış mağazalarında başarının temel şartlarından biridir. Mağazanın iç ve dış görünümünü oluşturan tüm unsurlar, mağaza atmosferi olarak tanımlanmakta ve bu atmosfer müşterilerde satın alma güdüsü uyandırmak amacıyla değerlendirilmektedir. [2]

Müşterinin mağaza içerisinde satılan mallarla tanışmasını sağlayan yer olan vitrinler, müşteriye cezbeden bir ön görüntüdür. Vitrinler mağazanın tarzını, sattığı malları ve hitap ettiği müşteri kesimini yansıtan teşhir araçlarıdır. [3]

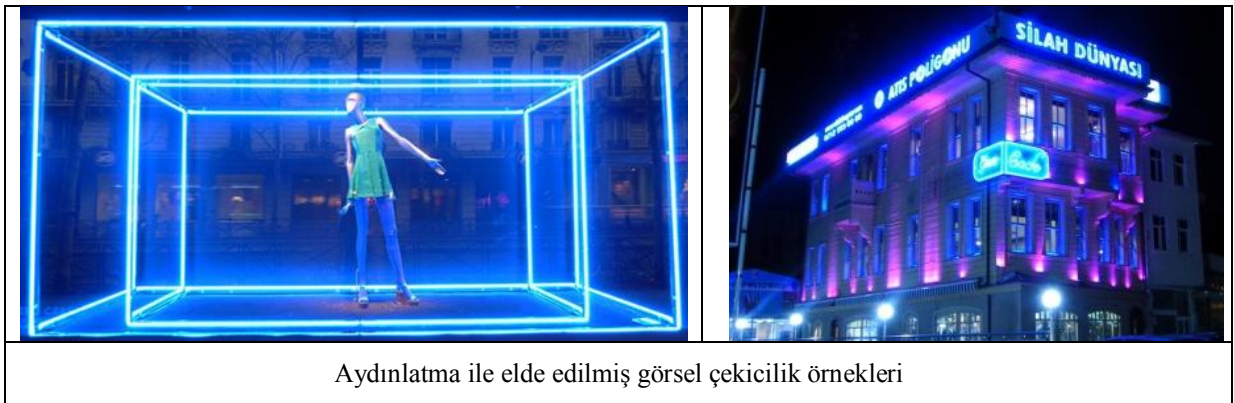
Sirel aydınlatmayı "Nesnelere, bunların çevrelerine, yada bir bölgeye, bir kent bölgesine, görülebilmeleri için ışık uygulaması" şeklinde tanımlanmıştır. [4]

Mağaza vitrinleri ürün sunumunun yapıldığı ilk noktalardır. Bu anlamda mağaza ile ilgili fikirleri net bir şekilde yansıtmalı ve ilgi uyandırmalıdır. Mağaza vitrin tasarımlarının müşterilerde farklı heyecanlar oluşturabilmesi yapılan tasarımın ışık ile desteklenmesi sayesinde amacına ulaşır (hamide). Elektrikli ışık kaynakları ile sağlanan yapay aydınlatma günümüzde etkileyici, şaşırtıcı, heyecan ve merak uyandırıcı yönleriyle ön plandadır. [1]

Günümüzde müşteriye içeri çekebilmek ve ürün satışını arttırmak için mağaza ve vitrin tasarımı konusuna verilen önem gün geçtikçe artmaktadır. Özellikle mağaza kimliğiyle doğrudan ilişkili olan aydınlatma tasarımı, mağaza tasarımı içinde en çok dikkat edilmesi gereken noktalardan biridir. Doğru aydınlatma ile mağazada yaratılan efekt sayesinde mağaza alışveriş mekanı dışında eğlence ve özel etkinlikli mekan haline dönüştürülebilir. Bu durumda, mağaza satışlarında ve müşteri bağlılığında bir artış görülmesi olası bir durumdur. [1]

Gelişen teknoloji ile mekânlarda aydınlatma yöntemleri, ilgi çekici, merak uyandırıcı vb. birçok etki oluşturarak tasarıma katkıda bulunmaktadır. Mağazaların en dikkat çeken bölümü olması gereken vitrinlerde de doğru şekilde düzenlenen aydınlatma, vitrin algısını doğrudan etkilemekte ve müşterinin ilgisini çekerek mağazaya girme isteğini uyandırmaktadır. Bu nedenle aydınlatma tasarımı mağazanın ürün satışlarında etkili bir faktör olarak görülmeli ve tasarım sürecinde aydınlatmaya yeterli önem verilmelidir. [1]

Tablo 1. Vitrinlerde ve dış cephelerde aydınlatma ile elde edilmiş görsel çekicilik örnekleri



Bradford, bir iç mekânın aydınlatma gereksinimini belirlerken, oluşturulmak istenen ruh haline önceden karar verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bunun için ise tasarımcının, ışığın insan üzerindeki aşağıda sıralanan psikolojik etkilerini bilmesi gerekmektedir. [5]

- Parlak ışık, enerji verir. Ağır iş veya enerjik aktivitelere teşvik etme eğilimi vardır. Çok parlak ışık duygusal üzüntüye neden olabilir. Hafif ışık, gevşeklik, dinlenme hissi verir. Gereğinden fazla hafif ise uyku verir.

- Titrek ışık, sürekli dikkati çeker ve insanları fiziksel olarak ona doğru yönlendirir.

- Aydınlık ve karanlığın kuvvetli kontrastı etkili görünür fakat çok fazlası yorgunluk verebilir. Bu kontrast normal düzeyde olduğunda ise ortamda hareket ve dinamizm duygusu yaratır. Ortamdaki düşük bir kontrast ise monotonluk yaratarak uyku hali ortaya çıkarır.

- Sıcak renkli ışık neşe verir. Sıcak renkli ışıkta insanlar psikolojik olarak zamanın çabuk geçtiği hissine kapılır ve birbirleri ile iletişim kurmalarını teşvik eder.

- Soğuk renkli ışıkta ise tersi bir durum söz konusu olur. Ayrıca soğuk renkli ışık dinlendiricidir. Sıcak renklerin ağırlıklı kullanıldığı mekânlarda sıcak renkli ışıklar, soğuk renklerin ağırlıklı kullanıldığı mekânlarda soğuk renkli ışıklar, ortamın karakterine güç katar. [5]

Mağaza vitrinleri kent içinde veya alışveriş mekanlarında olma durumlarına göre şekillenebilmektedir. Kapalı bir alışveriş merkezi içerisindeki mağaza sınırlı alan kullanımı sebebiyle belli standartların dışına çıkamaz. Bu sebeple tasarım ve ilgi çekmede en önemli öge ışık olarak kendini göstermektedir. [1]

Vitrinlerde sadece ürünün ön plana çıkarılması alıcının dikkatini çekmekte yeterli olamayacağı için istenmez. Bu durumda cephede açıklık ve doluluk oluşturmak önemlidir. Buradan çıkışla tasarımcının vitrini üç şekilde tasarlayabileceği sonucuna ulaşırız. (Tablo 2)

1. Ürün Sergilemesiz Vitrin: Bu vitrin düzenlemelerine tanıtıma ihtiyaç duymayan, kendini kanıtlamış ve daimi müşterilerine hizmet veren mağazalarda rastlanır. Ancak müşterilerin çoğunluğu vitrinden etkilenerek mağazaya yöneldiği için çok tercih edilmeyen bir vitrin türüdür.

2. Açık Vitrin: Bu vitrin tipinde müşterilerin dışarıdan baktıklarında iç mekan düzeni ve hareketini algılaması amaçlanmaktadır. Vitrinin arkasında herhangi bir duvar yada bölücü olmadığı için mekan bütünüyle algılanmakta, göz vitrin dışından mekan içine de odaklanmakta ve bu şekilde mağaza içindeki ürün çeşitliliği dışarı yansımaktadır.

3. Kapalı Vitrin: Mağaza iç mekanında ki görünüş ve hareketliliğin dikkati dağıtmaması için arkası kapalı, cam, duvar yada taşınabilir bir bölücü ile çevrili olarak düzenlenen vitrin tipidir. Bu şekilde dikkat sadece vitrin ve üründe yoğunlaşır. Ancak bu tip vitrin, belirli bir konsept çerçevesinde başarılı bir tasarım veya tanınmış bir marka olmadığı müddetçe müşteriye içeri çekemeyebilir. Kapalı vitrinlerde önemli olan diğer bir noktada vitrin derinliğinin ve yüksekliğinin ürünlerin boyutlarına göre doğru ayarlanmasıdır. [1]

Tablo 2. Vitrin türleri

		
1. Ürün Sergilemesiz vitrin	2. Açık Vitrin	3. Kapalı Vitrin

Maalesef kullanılmakta olan birçok aydınlatma elemanı gerek açığa çıkardığı yüksek ısı ile ya da yaydığı ultraviyole veya kızılötesi ışın ile vitrinlerde sergilenen ürünlere ve vitrin donatı elemanlarına zarar verebilmektedir. Ayrıca birçok aydınlatma elemanı çevresini ve ürünleri görsel olarak farklılaştırma etkisine sahiptir. Bu önemli hususlar unutulmamalı ve gözardı edilmemelidir ve bu olumsuzlukların farkında olarak bilinçli tercihler yapılmalıdır.

## 2. Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada Afyonkarahisar şehir merkezinde yer alan iki farklı çarşı merkezindeki mağaza yoğunluğunun bulunduğu sokak/caddelerde akşam saatlerinde alışverişe veya gezmeye çıkmış insanlara anket uygulanmıştır. Denek sayısı 25 olarak belirlenmiştir. Anket için iki soru yöneltilmiş ve ilk soru olarak ‘sokağa/caddeye bakıldığında uzaktan hangi vitrin veya vitrinlerin dikkat çektiği’ ve ikinci soru olarak ‘dikkatinizi çekmiş vitrinin önünden geçerken (durmasanız bile) o vitrine bakmanıza/incelemeinize katkı oranı nedir’ sorusu yöneltilmiştir.

## 3. Araştırma Bulguları

İncelemeye mağaza yoğunluğunun bulunduğu 10 cadde/sokak ve her cadde/sokaktan en çok dikkat çeken 5 mağaza vitrini dahil edilmiştir (Tablo 3). Ankete katılan 256 denek için cinsiyet dağılımı incelendiğinde % 43’ünün kadın, % 57’sinin erkek olduğu görülmektedir. Yaşları incelendiğinde % 24’nün 20 yaşından küçük, % 28’nin 20-29 yaş arası, % 19’nun 30-39 yaş arası, % 10’nun 40-49 yaş arası, % 13’nün 50-59 yaş arası, % 6’nın 60 yaşından büyük olduğu belirlenmiştir. Her bir cadde/sokaktaki vitrinlerin dikkat çekme oranları mağaza ismi yanında verilmiştir ve en yüksek oranlı mağaza ismi koyu olarak gösterilmiştir.

Tablo 3. İncelemeye Dahil mağaza vitrinleri ve denekler üzerinde dikkat çekme oranları

Cadde/Sokak	İncelemeye dahil mağaza vitrinleri									
	1.vitrin	%	2.vitrin	%	3.vitrin	%	4.vitrin	%	5.vitrin	%
Dumlupınar 2. Cad	Mavi Jeans	12	Nike-Lotto	24	Gülyurt1	20	<b>Degaje</b>	40	Chakra	4
Kadınana Cad	Avea	16	Adidas	4	Samsung	8	<b>TEB*</b>	<b>56*</b>	LG	16
Birlik Cad	Leke Jeans	8	<b>Gülyurt2*</b>	<b>76*</b>	Vena	8	Tuğba k.yemiş	0	Evkur	8
Kurtuluş Cad	<b>Tuğba</b>	32	Süvari	16	Alvina	8	Yüksel	28	Nefertity	16
İzmir Yolu	<b>Rengarenk</b>	48	Kelebek	12	Aldora	8	De Facto	20	Burger King	16
Afium Linens Sok.	U.S.Polo	11	Greyder	4	English Home	39	<b>Gs Store</b>	42	Linens	4
Afium Karaca Sok.	Karaca	12	Yards	12	Koton	12	Penti	32	<b>İkiler</b>	36
Afium Flo Sokağı	<b>Flo</b>	40	Kağan	28	Koton	24	Ekol	0	Güral pors.	8
Afium Havuzlu Sok.	Togo	8	Madame Coco	12	<b>Samsung*</b>	<b>64*</b>	D’S Damat	8	Derimod	12
Afium Kütahya Yolu	<b>MarkaStok</b>	52	Façonnable	8	Polo	20	Mango	12	LCW	16

\*en yüksek oran

Ankete katılan deneklerin vitrinden etkilenme durumları cadde/sokak bazında belirlenip ortalamaları alınmıştır. Dikkatini çeken vitrinin onu incelemede etkisi olarak çok etkili diyenlerin oranı % 33, etkili diyenlerin oranı % 37, fikrim yok diyenlerin oranı % 14, etkili diyenlerin oranı % 16 olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Dikkat çeken vitrinin onu incelemede etkisi

Cadde/Sokak	Denek Sayısı	Dikkat çeken vitrinin onu incelemede etkisi							
		Etkili değil		Fikrim yok		Etkili		Çok Etkili	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Dumlupınar 2. Cad	25	3	12	5	20	7	28	10	40
Kadınana Cad	26	4	15	4	15	11	43	7	27
Birlik Cad	25	2	8	2	8	10	40	11	44
Kurtuluş Cad	25	5	20	3	12	8	32	9	36
İzmir Yolu	26	3	12	4	15	<b>14</b>	<b>54*</b>	5	19
Afium Linens Sokağı	27	6	22	6	22	7	26	8	30
Afium Karaca Sokağı	26	4	16	5	16	9	36	8	32
Afium Flo Sokağı	25	6	24	1	4	8	32	10	40
Afium Havuzlu Sokak	26	3	12	5	19	7	27	11	42
Afium Kütahya Yolu	25	4	16	3	12	<b>12</b>	<b>48*</b>	6	24
		<b>Ort.</b>	<b>15,7</b>	<b>Ort.</b>	<b>14,3</b>	<b>Ort.</b>	<b>36,6</b>	<b>Ort.</b>	<b>33,4</b>

n: kişi sayısı

Tablo 5. Araştırma bulgularına ait vitrin fotoğrafları



Aydınlatması ile Afyonda en dikkat çekici vitrin (Birlik cad)



2. Sırada yer almış vitrin (Afium Havuzlu Sok)



3. Sırada yer almış vitrin (Kadınana Cad)



4. Sırada yer almış vitrin (Afium Kütahya Yolu)

#### 4. Sonuçlar ve Öneriler

İncelemeye dahil edilen 10 adet cadde/sokak ve her cadde/sokakta en çok dikkat çeken 5 adet mağaza vitrini mağaza araştırmasında ankete katılan 256 denegin cinsiyet dağılımı incelendiğinde % 43'ünün kadın, % 57'sinin erkek olduğu görülmektedir. Yaşları incelendiğinde % 24'nün 20 yaşından küçük, % 28'nin 20-29 yaş arası, % 19'nun 30-39 yaş arası, % 10'nun 40-49 yaş arası, % 13'nün 50-59 yaş arası, % 6'nın 60 yaşından büyük olduğu belirlenmiştir.

İncelenen 1. cadde Dumlupınar 2. caddede Degaje mağazasının vitrini %40, 2. cadde Kadınana Caddesinde TEB vitrini %56, 3. cadde Birlik Caddede Gülyurt2'nin vitrini %76, 4. cadde Kurtuluş Caddede Tuğba'nın vitrini %32, 5. cadde İzmir Yolunda Rengarenk'in vitrini %48, 6. sokak Afium Linens Sokakta Gs Store'un vitrini %42, 7. Sokak Afium Karaca Sokakta İkiler vitrini %36, 8. sokak Afium Flo Sokağında Flo vitrini %40, 9. sokak Afium Havuzlu Sokakta Samsung vitrini %64, 10. sokak Afium Kütahya Yolunda MarkaStok vitrini %52 ile en çok dikkat vitrinler olmuştur. Bunların içerisinde en çok oy oranını 1.sırada Gülyurt2 pastanesi, 2.sırada Samsung vitrini, 3.sırada TEB vitrini yer almıştır. Aydınlatması ile dikkat çekici vitrinlerden Gülyurt2 pastanesi daha çok aydınlatmalı grafik elemanı ile, 2.sıradaki Samsung vitrini yüksek ve parlak beyaz ışık şiddeti ile, 3.sıradaki TEB ise parlak yeşil neon ışığı ile dikkat çekmektedir.

Ankete katılan deneklerin etkilendikleri vitrinleri inceleme oran durumları cadde/sokak bazında belirlenip ortalamaları alınmıştır. Dikkatini çeken vitrinin onu incelemede etkisi olarak çok etkili diyenlerin oranı % 33, etkili diyenlerin oranı % 37, fikrim yok diyenlerin oranı % 14, etkili diyenlerin oranı % 16 olduğu görülmektedir. Burada en yüksek dikkat çekme oranı elde etmiş vitrinlerin bulunduğu cadde/sokaklarda etkilendikleri vitrini inceleme oranlarının daha yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak insanların aydınlatmasından etkilendikleri vitrini istemli veya istemsiz olarak inceledikleri sonucu ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak deneklerin çoğunluğu parlak renkli lamba ile aydınlatılmış vitrinleri daha dikkat çekici bulurken, yine önemli bir çoğunluk farklı görsel etkiye sahip elemanlar ile aydınlatılmış vitrinlerin çekici olduğunu ifade etmişlerdir. Anketin ikinci sorusuna cevaben de büyük çoğunluk aydınlatmasından etkilendikleri vitrinin önünden geçerken vitrini durarak ya da durmasa da baktıklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak parlak renkli ışıklı aydınlatma elemanları ile ve farklı görsel etkiye sahip yeni piyasaya sunulmuş aydınlatma elemanları ile aydınlatılmış vitrinlerin insanlara daha dikkat çekici gelmekte olduğu ve vitrini incelemelerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca birçok aydınlatma elemanı sağladıkları görsel çekiciliğin yanında açığa çıkardığı yüksek ısı ile ya da yaydığı ultraviyole veya kızılötesi ışın ile vitrinlerde sergilenen ürünlere ve vitrin donatı elemanlarına zarar verebilmektedir. Ve Ayrıca birçok aydınlatma elemanı çevresini ve ürünleri görsel olarak farklılaştırma etkisine sahiptir, Bu önemli hususlar unutulmamalı ve gözardı edilmemelidir ve bu olumsuzlukların farkında olarak bilinçli tercihler yapılmalıdır.

## Kaynaklar

- [1] Temel H, *Yapay Aydınlatma - Vitrin İşlevi İlişkisi; Giyim Mağazaları Örneği*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü YL Tezi; 2010
- [2] Arslan K, Ersun N, *Moda Sektöründe Faaliyet Gösteren Mağazalarda Müşterilerin Mağaza Tercihinde Mağaza Tasarımının Önemi ve Tasarım Kriterleri*, İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 10(19) 221-245; 2011
- [3] Çivitçi Ş, Küçükikiz E, *Hazır Giyim Ürünlerini Satın Almada Müşterilerin Mağaza Vitrinlerinden Etkilenme Durumları*, e-Journal of New World Sciences Academy 5(2) 91-112 2010
- [4] Sirel Ş, *Aydınlatma Sözlüğü*, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul; 1997
- [5] Kalıncara V, *Tasarım ve Dekorasyon*. II.Baskı. Gazi Kitabevi, Ankara. (269 s.). (2006).
- [6] Çakıröz E, *Hazır Giyim Perakendeciliği Yapan Mağazalarda Görselliğe Dayalı Sergileme Etkinlikleri: Eskişehir İlinde Bir Araştırma*, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü YL Tezi; 2010
- [7] Karacalı AO, *Giyeim mağazalarında marka kimliği ile iç mekan tasarımı arasındaki ilişki ve güncel bir marka üzerinden değerlendirme*, İstanbul Kültür Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, YL Tezi; 2012
- [8] Asutay S, *Mücevher mağazalarında ürün sergileme ve iç mekân Tasarım sorunları üzerine bir inceleme*, Çukurova bölgesi örneği, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, YL Tezi; 2010
- [9] Chirsanov T, *Mimarlık-Moda İlişkisi Bağlamında Lüks Marka Mağazaların Tasarım İlkelerinin İncelenmesi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü YL Tezi; 2008
- [10] [http://www.osram.com/osram\\_com/applications/retail/index.jsp](http://www.osram.com/osram_com/applications/retail/index.jsp)
- [11] <http://www.aptilite.com/galleryp.htm>
- [12] <http://retaildesignblog.net/category/visual-merchandising/page/31/>

## Nature Inspired Architectural Designs: Using Biomimicry as a Design Strategy

Aliye Rahşan Karabetça\*

Mimar Sinan Fine Arts University, Department of Interior Design, Istanbul, 34427, Turkey

---

### Abstract

“After billions of years of evolution, nature has learned what works, what is appropriate and what would last”<sup>9</sup>[1]. Nature’s evolution has implemented many effective and efficient biological mechanisms. Mimicking these mechanisms can provide high efficient and effective potentials for developing our life and the spaces we use. Learning from nature has been continued since the existence of human being. Mankind had used every possibility to imitate nature for better solutions; in the recent years with the rapid development of technology, the effort spent on this imitation had enrolled a serious progress. These developments are moving designers beyond mimicking nature simply. Using this process of copying- mimicking, known as biomimicry, as a design strategy is also increasing the sustainability of the built environment [2]. In this process, designer should take advices and support form two disciplines, one s biology and other is biomimicry. It is very important to bridge between biology and architecture in order to be able to use nature’s genius at a maximum level. Deriving this interaction means that nature’s inventions can be transformed to design capability. Using biomimicry in architecture not only as a source of form but also as a design strategy will comprise more sustainable designs. This paper studies the nature inspired architectural designs which lead to green energy and eco-designs using biomimicry as sustainable design strategy.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Keywords: biomimicry; natural inspiration; innovation; green energy; sustainable design.

### 1.Introduction

“The conscious emulation of life’s genius is a survival strategy for the human race, a path to a sustainable future. The more our world functions like the natural world the more likely we are to endure on this home that is ours, but not ours alone” [3]. The nature itself survives in a random cycle that includes human being as well where human’s world should function just like nature itself. This is the main reason why designers of built environment should get inspiration from nature, because nature knows how to build sustainably. This inspiration follows a way to reach to the source of inspiration, which is called biomimicry. Biomimicry is the new field of science that has different names such as biomimetic-bionic (biology and technique). Jack Steele who is as a doctor and scientist had used the name biomimetic in 1960s for the first time [4]. Biomimetic means transferring ideas and analogs from biology to technology. It transfers analogues and ideas from biology to architecture, technology and other disciplines; it is both new and old science [5]. On the other hand, biomimicry mimics nature’s models and imitates them to solve human problems like energy saving by termites, solar cell by a leaf, hygienic wall and floor covering by a shark. This explains nature as a model. Biomimicry shows us how to judge our innovations by using an ecological standard. Biomimicry uses nature as measure to get information about what works, what is correct and what lasts and uses it to learn as mentor [1]. As it is defined in Biomimicry Resource Handbook, biomimicry is “the conscious emulation of nature’s genius”. It is an interdisciplinary approach that brings together of two often disconnected worlds: nature and technology, biology and innovation, life and design.

Following by the definition of biomimicry, it is important to state that using biomimicry as a design strategy in architecture increases the sustainability of built environment. If architects are going to use ideas from nature,

biological system must be understood before using it as inspiration source [6]; it is very important to bridge between biology and architecture in order to be able to use nature's genius at highest level; deriving this interaction means that nature's inventions can be transformed to design capability. Using biomimicry in architecture not only as a source of form but also as a design strategy will comprise more sustainable designs; for example, shapes of nature may offer solutions to architects and engineers for better structures, on the other hand, many different organisms may offer solutions for energy efficiency, anti-reflective surfaces, self-cleaning paints or water collecting facades.

## 2. Biomimicry and its influence on design

Since sustainability is accepted as the most important fact in design, then the importance of nature and its influence on design should be discussed because nature knows how to sustain. Nature cycles everything in an order; for example fallen leaves are good nourishment for ants, Caesarea Tree produces fruits that helps maintain diversity and prevent extinction for several kinds of animals where it is located. However, accomplishing such cycle has not been easy for human since the existence of the humanity. Here biomimicry becomes the connector of nature and design, helps architects to use this giant laboratory where any kind of experiments are occurring through the evolution. These experiments that include all the fields of science and engineering are still being implemented and outcomes are very successful, continually evolving to indicate challenges [7].

Nature is ready to share her endless secrets with mankind about how to achieve sustainability in architecture. She uses energy more effective and efficient than human being; the materials that she produces are far more innocent and harmless than ones we had and still continue to have in the industry, moreover they cause environmental pollution while producing and consuming them. The attraction of biomimicry in architecture increases the incorporate connection of function and form. But, biomimicry is not copying shapes from nature; it involves ideas, solutions or inspirations from nature in to architectural challenges. However, an architect needs a biologist to seek for biological information, because biology has had to solve many different problems or challenges since the nature itself appears on earth [8]. Therefore, nature will lead human to expand his capabilities and chances on solving and improving his ability to design sustainable buildings, recyclable materials and built better and green environments if he continues to learn from nature.

### *Using biomimicry as a design strategy*

Although there are various designs inspired from nature, expanded and practical implementation of biomimicry as an architectural design strategy is still being studied and evaluated and such studies are more about building materials rather than buildings and their systems. Biomimicry as a tool for design strategy in architecture falls in to two categories, one is *looking to biology* which is targeted on describing needs for human and the other is *biology influencing design* which seeks nature to find the function in an organism [9]. Designers of the built environment should get inspiration from nature not only for innovations in materials and construction techniques but also in space design and functionality of buildings for sustainable future environments.

***Design looking to Biology:*** The main idea is that architects must identify design problems and human needs, with a collaborative work, biologists and architects must find proper organism for identified problems (Fig. 1) [9].



Fig. 1. Shark's skin inspires scientists to design a (b) hygienic floor-wall covering material

***Biology influencing Design:*** The main idea is identifying the behavior, function and other characteristics of an organism or ecosystem to transform it in to human's needs (Fig. 2). In this point, the collaboration between architects and biologists comes first [9].





Fig. 2. Lotus leaf inspires designers to create self-cleaning paint

As it can be understood from the definitions of these two categories, biology is essential in gathering information about the natural world. Understanding the application of biomimicry in to architecture has a framework that presents three levels of biomimicry; natural form, natural process, and natural ecosystem [1]. First two levels are phases of an organism or ecosystem that could be copied or mimicked while one could look for significant aspects to copy in ecosystem. Architects and engineers must believe in that there is a strong link between form, process and ecosystem, which embody a perfect relationship between human, place and nature. Bio-inspired design may help us to reduce the impact we have on the environment: following and applying levels of biomimicry lessen the negative impact on environment [1].

### *Integrating design lenses of biomimicry into architecture*

Design Lenses of biomimicry are essential for solutions of sustainable architectural design, such as to help architects to think of structural efficiency, water, waste system that produces zero waste, thermal indoor environment, energy saving and low energy consumption, etc. These lenses must be analyzed, learnt and used. Since sustainability is the main aspect that overcomes human caused environmental challenges, then integrating these lenses of biomimicry in to architectural design must be followed. One of the most important lenses is the Life's Principles which are lessons learnt from nature. Life on earth is interconnected and dependent to every single organism on earth, and is using the same conditions; life has elaborated some rules and principles that have sustained over 3.8 million years and are still sustain. Life's Principles of biomimicry represent these conditions found in nature in between the species surviving, which have been using these principles to evolve, survive and sustain on earth [10].

If we try to understand these conditions conducive to life as Benyus says in her book [11], then we can step forward to design sustainable environments. By understanding and learning these conditions, we can create better world that could sustain more efficiently and we can evaluate our designs upon these principles. After following up all steps listed below (Fig.3), we could let our-selves to be mentored by nature's genius; absence of one of the following principles makes the design deficient. [10]

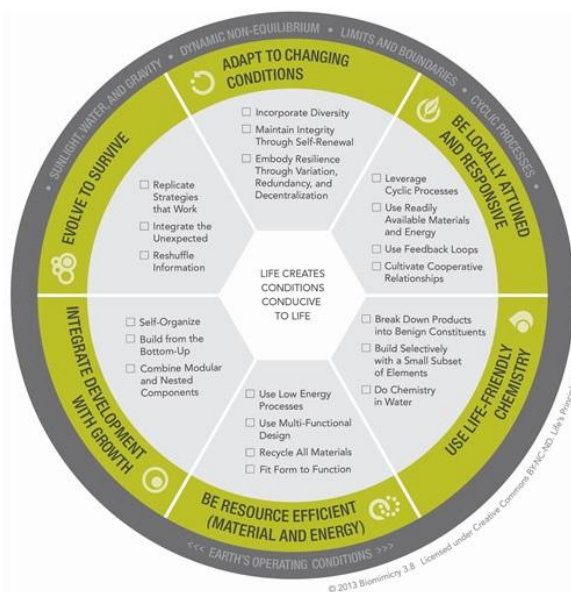


Fig. 3. Biomimicry Design Lens: Life's Principles

- **Evolve to Survive:** Continually incorporate and embody information to ensure enduring performance.
- **Be Resource (Material and Energy) Efficient:** Skillfully and conservatively take advantages of resource and opportunities.
- **Adapt to Changing Conditions:** Appropriately respond to dynamic contexts.
- **Integrate Development with Growth:** invest optimally in strategies that promote both development and growth.
- **Be Locally Attuned and Responsive:** Fit into and integrate with the surrounding environment.
- **Use Life Friendly Chemistry:** Use chemistry that supports life processes.”

As long as these principles are followed in architecture, most of designs such as energy efficient, self-cleaning and water collecting facades, energy saving lighting systems, robust structures, indoor environments, etc. will become smart and life friendly. Since design lenses of biomimicry are described, there are other lenses called *Biomimicry Thinking* and are described as listed below [10-12]:

**Challenge to Biology:** This is concrete route through *Biomimicry Thinking* process. It is useful for scenarios when architects have a concrete problem in hand to seek for a biological solution for the current problem (Fig. 4 (a))

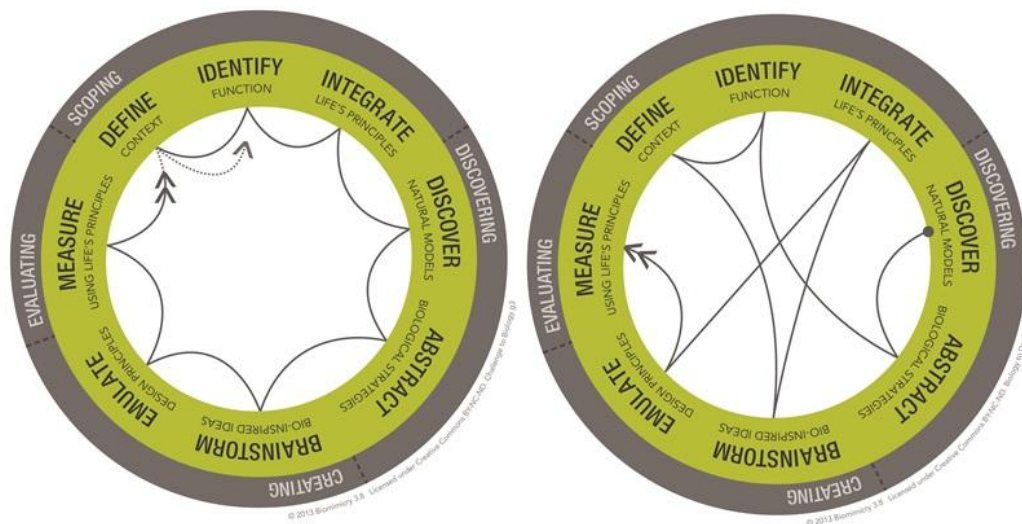


Fig. 4. (a) Biomimicry Design Lens: Challenge to Biology; (b) Biomimicry Design Lens: Biology to Design

**Biology to Design:** This is concrete route through *Biomimicry Thinking* process. This route is useful when a designer has the process innovating with an inspiration that comes from biological insight; insight that designer wants to show as a design. Here *Life's Principles* must be included (Fig.4 (b)) [10-12].

These two lenses include same steps derived from *Life's Principles*; however in each lens these steps follow different pathways as shown in Fig. 4 (a) and (b). When using *Challenge to Biology*, a designer should start from defining the context while in *Biology to Design* starts from discovering the natural models. Architects, depending on the challenge they have to struggle with, can start from defining the context first then try to discover the natural model; because since architects are not biologist and know the challenge better than others, they have to collaborate with biologist to discover and use nature's genius much more efficiently rather than not using basic but inefficient longstanding solutions.

On the other hand, it is very essential to remember that these lenses and principles should not be used only in architecture but also should be thought to architectural students during their architectural educations. Instead of thinking biomimicry as a hypothetical framework for architecture discipline, biomimicry should be integrated in

to architectural disciplines in order to be able to cultivate more responsible and environment friendly architects. Not only integrating biomimicry in to architecture but also in to architectural education should be the fundamental for sustainable future environments. The application of biomimicry and its principles into designing process will move architects in to a new era of sustainable implementations and approaches [13].

### 3.Nature Inspired Architectural Designs:

Architecture is both art and science of creating structure that considers aesthetics, ergonomics. It includes designs in any scale on any level that includes urban to regional planning to small building projects. It defines spaces that allow relations between other disciplines. Moreover, the definition of architecture in an online dictionary is “the complex or carefully designed structure of something” which characterizes the “nature” of architecture [14]. Aristotle used word “imitation” with several meanings to express the process of completing nature’s purposes or imitating nature’s methods. According to Aristotle art imitates nature and catches hints from nature, since architecture is an art then it should imitate nature’s methods [15]. One can understand from these discourses that nature has always been imitated since the existence of mankind. However, with the lack of technology and late arrival of the industrial revolution, biomimicry or in other words mimicking nature could not evolved properly. It only has started to be a field of science since 1963 [4]. There are very good examples of biomimetic designs which were developed by using of biomimicry as a design strategy. These examples are separated in to two groups, *buildings and materials*.

#### ***Buildings:***

- **East Gate Building by Mike Pearce, Harare Zimbabwe. Completion date 1996.**



Fig. 5 (a) Compass Termite Mound; (b) East Gate Centre by Mike Pearce.

Mounds that are building by termites (*Amitermes meridionalis*) are the tallest animal structures ever known. These mounds have different types and shapes. This classification depends on the regions they are located; for instance cathedral-like spires (Fig.5 (a)) are mostly seen in hot, dry regions and lower domed mounds are seen in the cooler forests. Furthermore, these mound shapes differ from each other depending on the elaborate systems for thermal control for laying eggs in optimum conditions and gaining perfect indoor temperature for fungus. The compass mound has a flat almond shaped plan where large surfaces of mound aligned north south. The reason of this location is that large surfaces receive morning sun after cold night and during the middle of the day short surfaces are faced to midnight sun. There are ventilation tubes inside these mounds that let indoor to be ventilated; these tubes can be controlled by termites during emergency; this means that if indoor temperature rises, than termites open these tubes to let the air rise by stack effect (Fig. 5 (b), Fig. 6. (a) and (b)) [16].

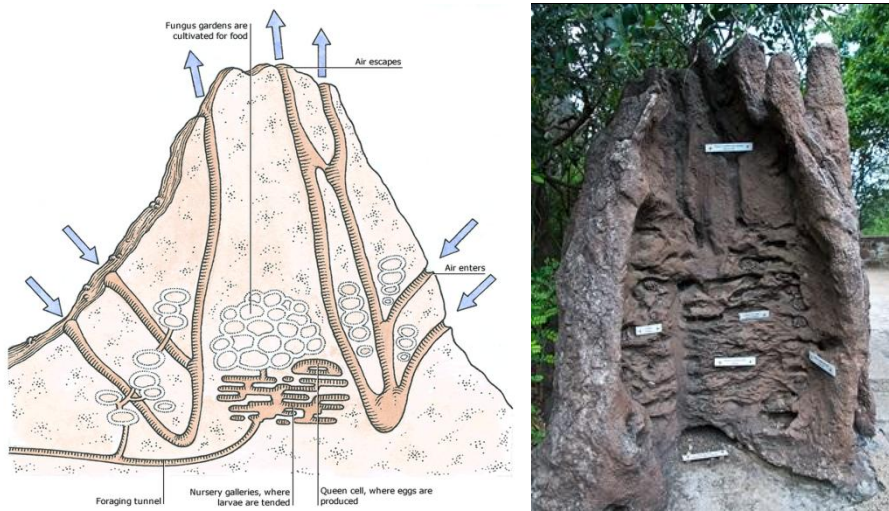


Fig. 6. (a) A longitudinal section of a mound; (b) Inside of a mound.

At ground level, the air flows in through tunnels to moderate the steady air at the bottom of mound. This cycle is done every necessary moment in the mound; at the bottom of the mound which is the royal chamber for laying eggs, temperature must be 31 °C no matter what the temperature is at outside. Mike Pearce who is the designer of East Gate Center has got inspiration from this giant animal structure. This sustainable smart building operates exactly the same with termite mound; it procures steady conditions all year long without any artificial mechanical heating and cooling system. This allows building to use only %10 of the energy [16]. There are shading devices on facades, which allow minimum solar gain (Fig. 7).



Fig. 7. Shading devices on façade.

Temperature always changes in Harare, especially during the day and night and this cools the air pulled down by fans in to plenum between first and second floors. Following by this flow, air reaches to large gaps located between floors where large concrete surfaces are designed to transfer the heat. Warmer air at bottom level is funneled in to 48 masonry chimneys. In normal days, there is a wind at the top of the chimney, which has higher velocity than the velocity at ground floor and this draws the air upwards in order to ensure that there is always enough ventilation. Although the temperature outside varies between 5°C and 33°C, the inner temperature is always in between 21-25 °C [16].

- **The Eden Project Biomes by Nicholas Grimshaw, Cornwall U.K. Completion date 2001.**



Fig. 8. The Eden Project layout.

*The Eden Project*, which is known as the biggest greenhouse, is located at Cornwall, United Kingdom (Fig. 10) [14]. It was designed by Nicholas Grimshaw. The first step taken by architects of Grimshaw was to find out how to solve the site for the building to locate because the site was a china-clay pit, very deep and unstable. Although site had so many challenges, had very good benefits too, such as a benefit of creating a microclimate and many layers of slopes facing south. In order to maximize solar gain, building was located on this south facing slopes. During working on the appearance of the Biomes, one of the architects from Grimshaw's team has got inspiration from soap bubbles (Fig.9 (a)-(b)) which led team to establish the final appearance of the greenhouse [16].



Fig. 9. (a) Soap Bubbles; (b) Proposal showing geodesic domes

The idea was awesome but had a big challenge; how to solve the structural system of these giant bubbles. After a long and wide research of many different examples from nature, such as carbon molecules and single celled animals, the solution for this challenge was to use geodesic arrangements of pentagons and hexagons. The inventor of this system that was inspired by carbon molecules, is architect/engineer Buckminster Fuller [14]. In order to be able to cover such big hexagons, a special glass material was used which is called 'ethylene tetrafluoroethylene (ETFE)' fluorine based plastic. This material is very light and can be formed in to an ultra lightweight cladding element; welding to edges then inflating for stiffness. Since this is a greenhouse and needs maximum sunlight then by using such systems with less steel and more transparent surfaces, it is possible to receive more sunlight and lowered heat. *Humid Tropics Biome* has another benefit, which is the weight of the structure; lighter than the air inside the greenhouse (Fig. 10). *The Eden Project Biomes* kept its form concerning the levels of the site aiming minimum excavation, which respects to the site and has special connection between humans and nature [16].



Fig. 10. Inside the Humid Tropics Biome.

**Materials:**

- **Shark Skin, Sharklet Technologies. USA.**



Figure 11. (a) Galapagos Shark; (b) Shark skin enlarged 20  $\mu$ ; (c). Sharklet Product.

Sharks are known as one of the most dangerous creatures in the world. However, this amazing creature never gets sick because of its skin that never welcomes bacteria due to dermal denticles perfectly located on its skin with angle of  $50^\circ$  to  $70^\circ$  (Fig. 11 (a), (b))[17]. These dermal denticles seen in Fig. 11 (b) complete each other in order to shape streamlines along the whole body. One of the reasons of these dermal denticles is mainly to let the shark move faster and quieter -this means reduce of drag- to be able to catch it's pray [17]. This idea was taken from Galapagos shark (Fig. 11 (a)). Other reason is to protect body against sickness, which lets shark to survive longer. This has inspired some scientists that have developed Sharklet, which is the first technology that prevents bacteria to survive (Fig. 11. (c)). Grooves have been copied in nano scale and produced most hygienic material which is useful for hospitals and other places where hygiene is needed (Fig. 11. (c)). This pattern is put in to an adhesive-back film and manufactured the pattern into medical devices and it is simple and cost-effective solution for bacterial control [14].

- **Lotus Effect. Lotusan Self Cleaning Paint.**

When lotus effect is considered that means the self-cleaning effect, which is found on lotus leaf, this effect can be found on surfaces of insects' bodies and wings as well. These super water repellent surfaces lead designers/scientists to design new materials that are self-cleaning such as Lotusan self-clean paint for buildings. This kind of nature inspired materials can keep moisture away from building surfaces which help building to breathe and look clean. Lotus leaf is known as one of the most waterproof materials in nature. The surface of the lotus leaf is covered with fine wax excretions that make the surface hydrophobic which means unable to absorb water (Fig. 12 (a) and (b)) [14]. This surface also minimizes the binding effect of dirt particles, which can easily be taken off with water, the main aim of this surface on lotus leaf is to protect plant against infection and better efficiency for photosynthesis [14].

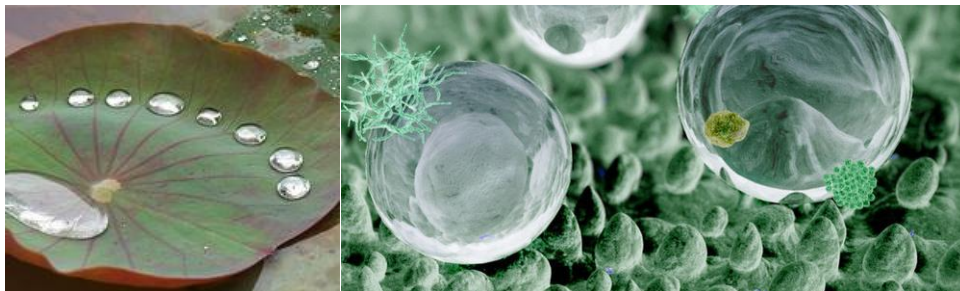


Fig. 13. (a) Lotus leaf; (b) Close look at surface of Lotus leaf

Lotusan is a biomimetic innovation inspired by nature; University of Bonn has carried out a research with few companies and developed the paint called Lotusan that include nanoparticles like hydrophobic silica and scattered on a sticky film. (Fig. 13 (a) and (b)) [18]. This discovery can be accepted as one of the most effective success in biomimetic research field. Most important fact is that this invention has been made by biology-material-science-industry collaborations [18].

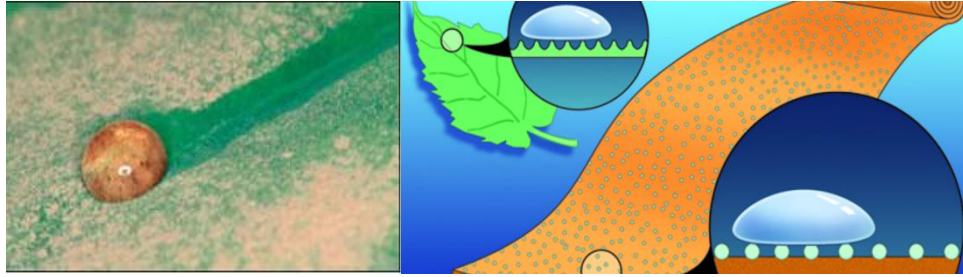


Fig. 14. (a). Lotusan painted wall; (b) A hydrophobic surface.

## Conclusion

The importance of biomimicry is a prevalent knowledge that must be learnt and used in every field of science including architecture. Since the existence of human civilization, man tried to get some ideas from nature; this was mainly based on structural and formal ideas. But, nowadays, as technology is developing further and providing more opportunities for researching, designers started to obtain deeper information about nature to get more sustainable ideas. Defining human needs is the main starting point which architects should follow; design looking to biology and biology influencing design are main biomimetic approaches that must be included in to architectural designs. In order to be able to create sustainable buildings for sustainable future environments, Biomimicry must be adapted in to architectural design, both for formalism and for functionality. Using Biomimicry in architecture as a design strategy will comprise more sustainable designs. Architecture has got many challenges to solve sustainability; there are many solutions out there in the nature waiting for architects to find out with the collaboration of biology and other sciences. Naturally inspired design has allowed designers and architects to collaborate in the development of architecture, which is sustainable, smart, and energy efficient. It is essential for architecture to be involved in natural and sustainable designs. Investigating overlaps between architecture and biology will lead architects to design nature friendly not only buildings but also materials and environments.

“A building should be designed so as to minimize the use of new sources and, at the end of its life, to form the resource for other architecture.” Robert & Brenda Vale [2].

## References

- [1]. Benyus, MJ. A Biomimicry Primer. Biomimicry Resource Handbook. Biomimicry 3.8 Institute. Montana USA; 2013.
- [2]. Mazzoleni I., Price S. Architecture Follows Nature: Biomimetic Principles for Innovative Design. CRC Press Boca Raton FL, USA; 2013.
- [3]. Biomimicry 3.8 Institute. Hunting and Gathering For Ideas, A Biomimicry Activity for Youth Education. A Project of the Biomimicry 3.8 Institute. USA; 2012.
- [4]. Vincent J. F. V., Bogatyrev O. A., Bogatyrev N. R., Bowyer A., Pahl A. Biomimetics: Its Practice and Theory. Journal of the Royal Society Interface, 2006, p.471-482.
- [5]. Bar-Cohen, Y. Biomimetics: mimicking and inspired-by biology”. Proceedings of the SPIE Smart Structures Conference, San Diego, CA. ABD. SPIE Vol. 5759-02, Mart 7-10.
- [6]. Vincent J. F. Applications: Influence of Biology on Engineering. Journal of Bionic Engineering 2006, p.161-177.
- [7]. Green, E.K. The Bio-logic Architecture; Environmental Design Inspired by Slime Mold, Lichen and Other Natural Resources. ACSA National Conference, Chicago 2005, p. 522-530.
- [8]. Zia A, Laraki A. N. Sustainable Building Strategies: Learning from the Nature, Global Journal of Science, Engineering and Technology, Issue; 10 (2) 2013, p. 14-26.
- [9]. Zari M P. Biomimetic Approaches to Architectural Design for Increased Sustainability. SB07 Paper no:33, p. 33-41. New Zealand; 2007.
- [10]. Baumeister D. “Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Best Practices”, Biomimicry 3.8 Missoula Montana, USA; 2013.
- [11]. Benyus J.M. Biomimicry: Innovation Inspired by Nature. Harper Perennial. 2002.
- [12]. www.biomimicry.net
- [13]. Proceedings of Second Annual; Biomimicry in Higher Education Webinar”, A Project of The Biomimicry 3.8 Institute, Biomimicry 3.8 Missoula Montana, USA; 2012.
- [14]. Gruber P. Biomimetics in Architecture: Architecture of Life and Buildings. Springer Wien New York, USA; 2011.
- [15]. DeZurko E R. Greenough’s Theory of Beauty in Architecture. The Rice Institute Pamphlet, p. 96-121, Huston Texas, USA, 1951.
- [16]. Pawlyn M. Biomimicry in Architecture. RIBA Publishing, UK; 2011.
- [17]. Bar-Cohen Y. Biomimetics; Biologically Inspired Technologies. Taylor and Francis Group. CRC Press, USA, 2006.
- [18]. Shimomura M. The New Trends in Next Generation Biomimetics Material Technology: Learning from Biodiversity. Quarterly Review No: 37, p.53-75, 2010.

**Abstract**

Nanomaterials are the primary subject related to the combination of materials science with technology [1]. This study aims to investigate nanotechnology together with its effects on construction materials as well as the application methods of technological advancements in space design and the effects in modern day and future. In the peek point reached by technological evolution, the contributions of nanomaterials to design and the impacts of this technology on architecture shall be analyzed.

In this study, the properties of nanotech materials and relevant fields of application in indoors. The stated properties are self-cleaning (lotus and photocatalysis effects) nanomaterials, air purifying and air quality increasing nanomaterials, resistant nanomaterials against evaporation, aromatic nanomaterials with capsules, thermal insulating nanomaterials (vacuumed insulation pannels), thermal insulating nanomaterials with aerogel effect, temperature regulating pgm nanomaterials, ultraviolet and sun ray resistant nanomaterials, fire resistant nanomaterials, graffiti resistant nanomaterials, reflection resistant nanomaterials, antibacterial nanomaterials, hand and fingerprint preventive nanomaterials, anti-scratch and anti-corrosion nanomaterials [1,2]. In this context, it is aimed by this study to analyze nanotechnology and its effects on construction materials together with the application methods in interior design. In accordance with the information obtained in conclusion of this study, the effects of technology on space design are underlined. In addition, the usage of nanomaterials ensure designers to have technological awareness. The values and innovations provided by nanotechnology for space design shall be considered as a significant legacy for next generations in respect of interior design by maintaining the relevant venue.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

Keywords: 1.Nanoteknoloji; 2.Technology; 3.Interiors; 4.Design; 5.Usefulness, 6.Innovation, 7.Materials.

---

\* Corresponding author. Tel.: +905324716260

E-mail address: merih19@hotmail.com

**1. Introduction**

Nanotechnology works on nanometer scaled structures and it facilitates our lives by generating useful products in numerous fields of modern day. The unique opportunities that we currently have by means of modern technology enable us to maintain more comfortable lives as well as to achieve a broad product range. Nanotechnology also refers to the nano-structures together with the design, production and application phases of nano-materials. In this context, the developments in nanotechnology regarding relevant materials shall not be ignored. The broad product range provided by nanotechnology through its relation with the materials science present convenience, practicability and time for designers.

*1.1. Methodology*

As the research method, literature review has been conducted in the first place. The books and online sources on nanotechnology, space design and nanotech materials have been searched. Furthermore, nanotech materials and practical instances have also been investigated by following current publications.

**2. Nanotechnology**

Nanometer refers to one in a billion meter scale (1nm =1/1000000000 m) and it is generally used with meter. In accordance with this definition, “nanotechnology” is a science dealing with “nano-scaled” particles in sizes of one in 80.000 within human hair. [3]



For instance, the head size of an ant is 1.000.000 nanometers, human hair is approximately 100.000 nanometers, biological cell diameter is 1000 nanometers, proteins are 5 to 50 nanometers, viruses are 75 to 100 nanometers, particles within a cell are 100 nanometers, bacteria are 1000 to 10.000 nanometers, white cells are 10.000 nanometers, 10 hydrogen atoms placed adjacently are 1 nanometer and DNA molecules are approximately 2.5 nanometers. The diameters of atoms are one tenth of a nanometer.[4]

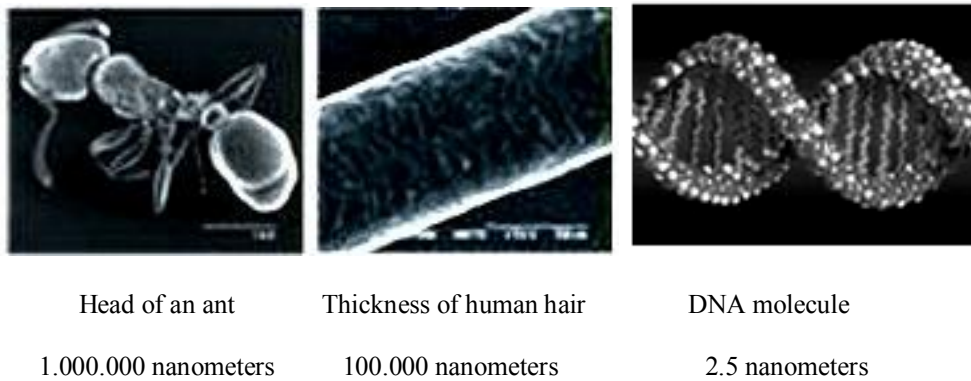


Figure 1. Comparison of Different Sizes [5]

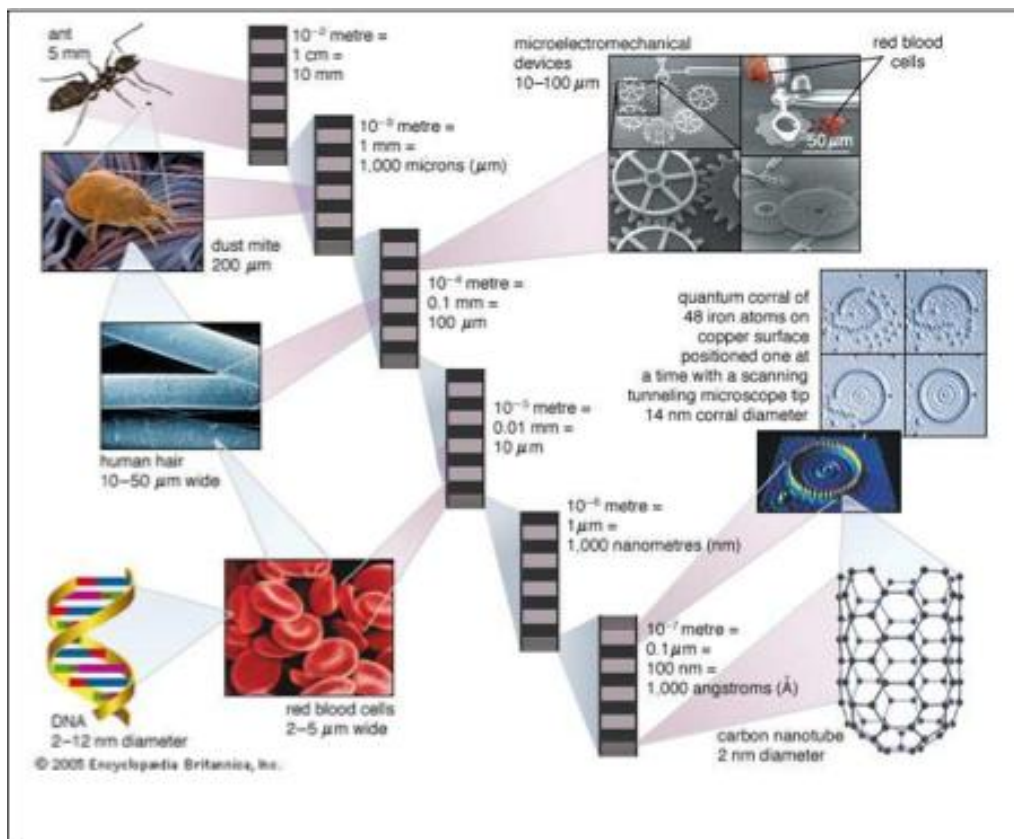


Figure 2. Comparison of Different Sizes [5]

Suggested by Norio Taniguchi in Tokyo University in 1974, nanotechnology refers to the technological divisions generated rapidly in accordance with higher sensitivity and reduction of modern technologies. In future, this division shall probably involve nano-scaled construction machines and mechanisms under the Molecular Nanotechnology (MNT). [6]

Everything in this world including food, clothes, structures, houses and even our bodies consist of atoms. It is impossible to see a small thing such as atom with a naked eye. Nanoscience and nanotechnology enable the capacities of individual atoms and molecules to be viewed and controlled.

### 2.1. Nanotech Materials and Features

All materials with the maximum size of 100 nanometers are named as “Nanomaterials”. Using and applying any material included in metallic, polymeric or composite classifications under nanoscales shall also be performed.

In modern construction industry, launching nanomaterials is a substantial reflection of nanotechnology creating evolutionary developments in numerous fields such as medicine, textile industry, energy, food, etc. Self-cleaning surfaces, the materials increasing air quality, the coatings preventing blurred surfaces, self-repairing concrete, thermal insulating materials, ultraviolet and infrared resistant films, fire resistant materials, graffiti resistant materials, anti-reflective glass surfaces, antibacterial materials, hand and finger print preventive surfaces, anti-scratch and anti-corrosion coatings are significant innovations provided by nanotechnology for construction industry.

Feature	Nano-material (Ceramic)	Conventional material (Ceramic)
Antibiotics	✓	×
Breathing	✓	×
Durable	✓	✓
Easy Cleaning	✓	✓
Environment Friendly	✓	×
Flexible	✓	×
Impact Resistant	✓	×
Portable	✓	×
Scratch-proof	✓	×
UV Resistant	✓	✓
Water Resistant	✓	✓
Fire Resistant	✓	✓

Table 1. Comparison of Nano and Conventional Ceramics

In accordance with the comparison of ceramic materials indicated in Table 1, the advantages of nanomaterials against conventional materials shall be followed. [7]

The relationship between design and material relies on the designer giving a meaning to the shaped material. Any material at the hands of a master architecture shall have a unique appearance by highlighting various characteristics.

In modern day, new materials created by technological advancements provide great opportunities to the designers. By contributions of nanotechnology to materials science, architectural designs are now applied in a more durable, economic, technologic and environment friendly manner.

In creating a venue, the designer is required to use and locate the relevant features of material in a reasonable manner. The stated features integrated by changing the material’s genetics are self-cleaning (lotus and photo catalysis effects) nanomaterials, air purifying and air quality increasing nanomaterials, resistant nanomaterials against evaporation, aromatic nanomaterials with capsules, thermal insulating nanomaterials (vacuumed insulation panels), thermal insulating nanomaterials with aerogel effect, temperature regulating pgm

nanomaterials, ultraviolet and sun ray resistant nanomaterials, fire resistant nanomaterials, graffiti resistant nanomaterials, reflection resistant nanomaterials, antibacterial nanomaterials, hand and fingerprint preventive nanomaterials, anti-scratch and anti-corrosion nanomaterials. From the features of nanotech materials, the self-cleaning (lotus and photo catalysis effects) nanomaterials together with the easy cleaning nanomaterials are explained with instances in further sections.

### 2.1.1. Self-Cleaning (Lotus Effect) Nanomaterials

Lotus Effect refers to the lotus plant pushing dust particles towards certain points by moving leaves as well as removing water droplets received due to the rain on the parts including dust particles.

#### Ara Pacis Museum, Rome, Italy

Ara Pacis Archeological Museum is one of the significant buildings where self-cleaning paint with lotus effect is applied (Figure 3). The architectural project belongs to Richard Meier & Partners. The museum in Rome has been located near Tiberius River, a link between the city's traditional and modern buildings. In this building complex consisting of three sections, an entrance including an urban square in front side exists together with the main building covering the exhibition areas, conference halls, restaurants, temporary exhibition areas, a library and offices. In this white covered building located in a region with dense pollution, the color is protected by means of transparent nanomaterials with self-cleaning feature. [7]

Ara Pacis Museum, Rome, Italy	
<b>Company</b>	Richard Meier & Partners, NYC, USA
<b>Product</b>	Lotus, self-cleaning (Lotus-Effect)
<b>Manufacturer</b>	STO
<b>Opening</b>	2006



Figure 3. Ara Pacis Archeological Museum [8]

### 2.1.2. Self-Cleaning (Photo Catalysis Effect) Nanomaterials

Similar to chlorophyll in photosynthesis, photo catalysis causes several reactions by being activated continuously under light. By these reactions, the material gains a self-cleaning feature.

#### Muhammed Ali Center MAC, Louisville, Kentucky, USA

Constructed as an international cultural center by means of bringing the boxing legend Mohammad Ali's dream to reality, MAC supports individual skills with a respectful approach. MAC, more than just a museum, provides spaces for various seminars, movies, symposiums and exhibitions. This center attracts attention by its shocking central side. Ceramic tiles are placed by creating a special texture with 30x60 grills and different color varnishes.

<b>Muhammed Ali Center MAC, Louisville, Kentucky, USA</b>	
<b>Architecture</b>	Beyer Blinder Belle Architecture, Newyork, USA
<b>Product</b>	Hydrotect, photocatalytic and self-cleaning ceramic tiles
<b>Manufacturer</b>	Agrob Buchtal architectural tiles, Deutsche Steinzeug, USA
<b>Opening</b>	2005



Figure 4. MAC, Louisville, Kentucky, USA [9]

### 2.1.3. Easy Cleaning Nanomaterials

The surfaces with easy cleaning feature, which is also confused with self-cleaning, have water repellent quality. The surfaces of stated materials have plain nature (rather than a rough structure) and prevent from water droplets by its lower gravitation force [5]. Such surfaces have hydrophobic (water repellent) and oleophobic (oil repellent) features.

Easy cleaning surfaces are preferred mostly in healthcare buildins and shower cabins. These materials are cleaned well in a short while while they are not as effective as self-cleaning surfaces.

#### Kaldewei Kompetenz Merkezi, KKC, Ahlen, Almanya

Kaldewei Competence Center located in Germany is a host for Kaldewei products as well as courses, meetings, individual or group visits, events and various tests on many products. White, blue and brown steel bars with easy cleaning feature form the front side.

<b>Kaldewei Competence Center, KKC, Ahlen, Germany</b>	
<b>Architecture</b>	Bolles+Wilson, Münster, Germany
<b>Product</b>	Kaldewei: self-cleaning steel "Perl-Effect"
<b>Manufacturer</b>	Kaldewei
<b>Opening</b>	2005



Figure 5. Kaldewei Competence Center, KKC, Ahlen, Germany [10]

Apparently, as humans, we are close to have financial welfare and advanced physical health. Numerous technologies developed by scientists through imitating nature as in nanotechnology already exist in nature since the first day. As these new technologies involve in our lives, the occurrence of new issues and questions is beyond any doubt. In future, nanotechnology may also influence and change architecture, lifestyles or individuals. In modern day subjected to space design concept, the surprises to be encountered by interaction between nanotechnology and space design shall be seen only through experiences. Regardless of our influences on any technological field, the power of inspiration and design shall cast a light on our paths.

### 3. Conclusion

Nanotechnology is a science branch effecting almost all industries and enabling technological advancements within relevant industries. For this reason, it is named as a “general purpose” technology since nanotechnology has a significant place in almost all industries and communities. Better shaped, more durable, cleaner, safer and more intelligent products are used in medicine, transportation, agriculture and industry. The intentions to create more durable, high quality, cheaper, lighter and smaller devices are the trends observed in many fields of business. This trend is also called as miniaturization and it forms the basis for many studies on engineering. In addition to less space required by the relevant parts, miniaturization has more important advantages. It becomes apparent in production with less energy, cheaper and easy transportation, better functionality and easiness in application.

The materials manufactured with advanced nano-systems give various technological opportunities for construction systems. The creation of materials from atomic and molecular sizes shall provide substance with better durability and weight in comparison to the materials created in conventional methods. These materials shall present evolutionary innovations for numerous modern industrial processes due to lower failure levels and unique durability features.

The venues satisfying users in respect of functionality and design together with the long durability and maintenance for over years with less intervention are most important factors. Therefore, the materials manufactured by nanotechnology shall be transferred to future generations easily. The values and innovations provided by nanotechnology for space design shall be considered as the significant legacy of designers for next generations.

For the venues designed by nano-power and tranferred through generations...

### References

- [1] Kasap , Merih, A General View On The Reflections Of Nanotechnological Materials In Design Of Spaces, Mimar Sinan Fine Arts University, Master Thesis, 2012, İstanbul, p. 28-70.
- [2] Leydecker Sylvia, Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design, 2008, Birkhäuser Basel – Berlin, p. 65-80.
- [3] Biointerphases, 2010, Journal for the Quantitative Biological Interface Data, Editor: Michael H.H. Grunze, electronic paper .
- [4] Tepe, Aysegül, A Study Of Small Scale Dimensions Of Structures In Nonlocal Elasticity, Phd. Thesis, 2007, İstanbul, p.2-9.
- [5] El-Samny, M.F. Nanoarchitecture, Nanotechnology and Architecture, Yüksek Lisans Tezi, University of Alexandria Faculty of Engineering Department of Architecture, 2008 p.32.
- [6] URL-1. [http://mebk12.meb.gov.tr/meb\\_iys\\_dosyalar/38/13/281191/icerikler/nanoteknoloji-nedir\\_585028.html](http://mebk12.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/38/13/281191/icerikler/nanoteknoloji-nedir_585028.html)
- [7] Gür Miray, Nanomaterials in the Context of Nanoarchitecture, Article, Uludağ University, Engineering and Architecture Journal, skin. 15, number. 2, 2010.
- [8] Leydecker Sylvia, 2008, Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhäuser Basel – Berlin, p.65.
- [9] Leydecker Sylvia, 2008, Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhäuser Basel – Berlin, p.79.
- [10] Leydecker Sylvia, 2008, Nano Materials: in Architecture, Interior Architecture and Design, Birkhäuser Basel – Berlin, p.100.

## Sustainable Educational Structures

**Assist.Prof. Bahar KAYA\***

*Mimar Sinan Fine Arts University, Faculty of Architecture, Department of Interior Architecture,  
Meclis-I Mebusan Caddesi No:24 Fındıklı 34427 Istanbul TR*

---

### Abstract

**In order for educational systems to be planned according to sustainable design principles, economic, social and ecological sustainability must be integrated into the design process in a balanced manner. Educational structures need to offer users healthy, safe and comfortable spaces to be socially sustainable. Structure should coalesce into the community through design and reflect social values. It should also be sustainability education tool for students and the society**

*Keywords: Sustainable educational structures; green school; social sustainability.*

---

### 1.Sustainable Educational Structures

Students use educational structures starting from preschool well into higher education. Structural qualities of schools directly influence students' opportunity to receive education in a healthy environment. Sustainably designed education structures increase students' potential to learn and help in their healthy development. Also called *green schools*, these structures save energy, resources and money and facilitate a healthy learning environment. Structures that make individual learning easier enhance creativity and support problem-solving skills prepare students for a sustainable life.

The matter of designing of green educational structures involves thinking globally and locally. Thinking globally means contributing to resource management and credit out to the needs of future generations. Thinking locally means taking health, safety and welfare of the community, which includes students, teachers, managers, assistant staff and visitors, into consideration. [1]

It is only by integrating economic, social and ecological sustainability into the design process as in a balanced manner as possible can educational structures are designed according to sustainable design principles. [2] This paper discusses the social sustainability of educational structures.

#### *Economic Sustainability of Educational Structure*

Economic sustainability of educational structures requires minimization of lifecycle costs, which consist of construction, operation and destruction after use. There are precautions to be taken during the design process to reduce operational costs of structures. First of all, the building should be positioned in a location that makes the best use of land's positive attributes and sunlight. During the design process, designing of a building envelope and window systems that preserve energy gains importance. Renewable active (solar collectors, photovoltaic systems) and passive energy systems (solar energy, greenhouses, and roof windows) are preferable. Material should be local, accessible with no need for maintenance and repaid. Water preservation is should be considered as well.

#### *1.2. Ecological Sustainable of Educational Structure*

Contemporary approaches to educational structure design include: environmentally conscious layout plan design, renewable energy systems and energy-effective technology use, environmentally conscious construction material and elements, water preservation strategy considerations, and choosing of relatively less polluting transportation alternatives. [3]

### *1.3.Social Sustainable of Educational Structure*

In order for educational systems to be planned according to sustainable design principles, economic, social and ecological sustainability must be integrated into the design process in a balanced manner, thusly improving educational performance. Moreover, design should support social values, allow integration into the society and be a sustainability education tool for users and the society.

#### *1.3.1. Improving Educational Performance with Healthy, Safe and Comfortable Education Structure Design*

The most important elements that increase educational performance and reduce discontinuance of students are natural lighting of spaces and high indoor air quality. Moreover, acoustic comfort and furniture and interior design ensure the security of students gain importance.

It is known that natural lighting initiates vitamin D production process in the skin, concentrate enzyme expression processes within the metabolism, increase hormone activity and develop central nervous and muscle systems. [4]

Controlled natural light levels increase learning productivity, the ability to concentrate and class participation. So, window bays of various shapes and heights have been designed in order to allow the natural light in most effectively. Excessive sunlight can be controlled with the light shelf method by distributing the light and preventing glare.

Indoor air quality is important in educational structures because it determines the health and productivity of students and teachers. Children breathe faster than adults and are more susceptible to negative effects of air pollutants. Medical problems defined as the *sick building syndrome* that affect students and teachers in schools are fatigue, drowsiness, dizziness, visual sensitivity, headache, sinus congestion, flu, and common cold and allergy-type findings. The sick building syndrome occurs when ventilation systems are not cleaned, high-insulation joinery is used, expired air inside is not replaced with clean air, spaces are overused, and pollutant materials spread from materials. Spaces should be designed in a manner that allows natural ventilation and airstreams should take clean air in the expired air out. Collapsible joinery and ventilation pipes help ensure natural ventilation without energy use. If the air inside the structure is not replaced frequently, toxic materials accumulate and oxygen ratio goes down. Consequently, headache, fatigue, respiratory distress, decrease in infection resistance and acute and chronic diseases may occur.

Pollutants in the indoor air are classified as chemical, biological and particle pollutants. Volatile organic compounds are the foremost chemical pollutants that spread from material to the space in the form of toxic gas. Materials like paints, varnish, polish, composite wood, solvents, insulation materials, wallpapers, laminates, vinyl and carpets containing volatile organic compounds (VOC), such as benzene, formaldehyde, xylene, and toluene, should not be used in schools. Water-based paints should be used instead of paints with solvents, lead and asbestos. Chemical cleaners and office tools are also classified as interior air pollutants.

Particles that settle in the lungs through inhalation or swallowing have chronic effects on respiration. Particles like asbestos, glass wool and stone wool threaten human health. Also, biological molds and fungi spread from materials that susceptible to humidity and are not ventilated adequately. Maintenance operations must be performed regularly in order to prevent these outcomes. Dead molds as well as living molds present danger and it is wiser to ensure they don't occur in the first place, rather than removing the already formed molds, in terms of indoor air quality. Maintenance of HVAC (heating, ventilating, and air conditioning) systems must be carried out and filters must be changed regularly in order to provide a sufficient level of ventilation. It is also important to clean floorings regularly while minimizing the use of toxic cleaning detergents in terms of maintaining high indoor air quality. [5]

The use of diffusing material is extremely important in ventilation. Oil paints, plastic-based materials, and synthetic materials used for heat insulation and waterproofing trap steam, preventing streams and air change.

Teacher's voice should make it to students in back rows in order to ensure acoustic comfort in a classroom. Moreover, acoustic comfort is important for students to easily communicate with each other. Acoustic insulation is necessary to reduce outside noise.

#### *1.3.2. Integration of Educational Structures into Society with Design*

The main condition for educational structures to efficiently integrate into the society is to position them convenient locations near settlements. Access should be available to educational structures by foot or on bicycle and these roads should be separated from traffic way.

Sports halls, libraries, open spaces, meeting halls and classrooms of the school should be designed in a way that communes with society using necessary safety measures in order to ensure social sustainability. Social integration is only possible if educational structure designs take the expectations and needs of local residents into

consideration during the development process. Schools can be used as shelters from natural disasters like earthquakes and floods.

### *1.3.3. Educational Structures Reflecting Social Values through Design*

It is important for educational structures to reflect social values through their design. Social conditions and requirements depend on the location of the structures. So, a school in a large city and a school in rural areas give different messages. Educational structures should reflect local and general social history. Also, they may contribute to local economy by utilizing local materials and local craftsmanship during design, application and maintenance processes. The use of local material also reduces the distance material has to cover.

### *1.3.4. Educational Structures as Sustainability Educational Tool for Users and Society*

Sustainable design turns educational structures turn into educational tools. Students and the society experience and learn about sustainability while using the structure. For instance, use of solar and wind energy systems teach students about clean energy sources and hardware that utilizes them. Cisterns that store rainwater outside the building and echo-gardens may be regarded as three-dimensional educational tools. Natural lighting and ventilation, use of clean energy sources and energy saving, and visible systems that indicate to the amount of energy consumed by the building are important for education and awareness. Recycling systems can be installed in order for students to participate in the process.

## **2.Sustainable Educational Structures Assessment Systems**

The Collaborative for High Performance Schools (CHPS), one of the systems assessing the sustainability of educational structures, was founded in the USA in 2001 based on the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) green building assessment system. CHPS is a green building assessment system that evaluates new schools or the schools to be renovated in California in terms of sustainability. LEED assessment is performed in 7 categories for new buildings and large renovation projects of schools in 2009: Sustainable sites (24 potential credits), Water efficiency (11 potential credits), Energy and atmosphere (33 potential credits), Material and resources (13 potential credits), Indoor environmental quality (19 potential credits), Innovation in design (6 potential credits), and Regional priority (4 potential credits). Schools are certified for 40-49 credits; receive Silver certificate for 50-59 credits, Gold certificate for 60-79 credits and Platinum certificate for 80+ credits. The main condition for schools to earn a LEED certificate is to have bicycle roads and parking, and acoustic comfort in spaces. Sound absorbing material must be used for acoustic comfort. Reverberation time for large classrooms should be under 1.5 seconds. The problems created by the HVAC system noises should be solved.

Libraries and studying areas should help students concentrate. Indoor fresh air quality and amount is important for schools; so, there should be carbon dioxide level monitoring sensors with audible or light alarm. Ventilation systems can be activated when carbon dioxide level exceeds limitations. Three-step doormat can be used in school entrance to maintain indoor air quality with weekly cleanings. Green cleaning materials should be used. Also, photocopiers and printers should be kept in a separate space so that they don't spread pollutants and a separate system should be used to evacuate the polluted air. When the construction process is completed, the building should be washed with fresh air for two weeks and indoor air quality tests should be performed.

In CHPS system, buildings go through a pass-fail assessment process to earn the certificate. Roofs of classrooms have to be at least 3-meter-high. Windows should be placed in southern and northern faces of the building to control solar energy gain. Window placement should be designed in a way that prevents heat loss, improve comfort and allow in a sufficient amount of sunlight. Window shades and control systems should be placed above the door level in order to regulate the sunlight intake. Light shelves and consoles can be used for the southern face windows. T8 lamps should be aligned in two electronic ballasted lines with to provide direct/indirect lighting. Teachers should be able to control lighting and projection devices and adjust the light level. Automatic controllers should be used to adjust electric lighting depending on sunlight. Two 4x8 skylights should be installed in back walls of single-floor classrooms or the ones with windows on a single front. Ventilation system should take in outside air from the ground level (deliver 1-2 tons of air in 17-20 C°) and be placed in the appropriate position to evacuate indoor air from the roof. In classrooms arrangements, visual aid should be made from non-glare materials and the teaching wall should be lighted vertically. Being a part of the lighting system, the roof and walls should be painted in white from 2 meters off the floor.

In-class acoustic comfort requires an inclined surface on the wall behind the teacher that reflects sounds. Middle part of the roof should be covered with plaster while the surrounding area and parts of the walls higher than 2



meters off the floor should be made from acoustic materials. Furniture and stop elements should be made from nontoxic, durable, source-efficient, and easily cleaned materials that provide acoustic comfort.

BREEAM for Schools, an assessment system developed in Britain in 2005, grades schools in 8 categories: land use, factors that determine health and wellbeing of the surroundings, energy use and carbon dioxide emission ratio of the structure, location of the school and the transportation status as a factor that determines carbon dioxide emission, water source use, environmental impact of the materials used in construction, impact of green area and brownfield and ecological value of the land, and water and air pollution levels. According to the Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM) conditions, urban schools, rural schools and BFS schools (Building Schools for the Future) are three different categories.

A common attribute of the certification systems is that they assess qualities exclusive to schools as well as the criteria for other structures. Although the categories assess by the systems are similar, assessment methods and weighting may depend.

Sitwell Friends School transformation project of a 55-year-old educational institution in the USA was the first K-12 structure that earned a LEED Platinum certificate. To ensure water efficiency according to the sustainable design approach, rainwater is collected on the green roof of the school and transferred to rain gardens or water storages. Later, the water is recycled in the school as grey water. The wetland in the schoolyard recycles all of the wastewater of the building and contributes to grey water. The system saves 94% of the water. 80 types of local plants were planted in the schoolyard to help students be closer to nature. Façade of the school was coated with cedar, which works as skin and stops rainwater from entering and building and ensures continuity of air circulation. The façade also helps control sunlight according to movement of the Sun. Horizontal panels were installed over tall windows on the northern face of the building. Horizontal solar panels on the eastern and western faces prevent glare. Photovoltaic panels provide for 5% of the building's energy consumption. Solar chimneys were used for passive ventilation system. The solar chimneys, made of glass, were installed on the roof to warm the air inside using sunlight. A stream of cold air enters from the northern-facing windows and cools down indoor air. The green roof provides heat island effect and is also used as an outdoor classroom. The cork used in flooring helps keep indoor air clean. Fig.1. (a); (b); (c)

Sustainable educational structures are necessary for not only today's students but also for future generations to be educated in a healthy environment. It costs less to maintain sustainable educational structures. Structures designed according to the sustainable design criteria live longer and have less environmental impact. Students and teachers show higher continuity rates and thrive. At the same time, sustainable design method reflects social values and integrates into society. Design of the educational structure teaches students and the society about sustainable life and raises awareness.



Fig. 1. (a);(b); Sitwell Friends School

## References

- [1] Babilolyaei F.B., Kurtay C., "Green School Design Criteria, International LEED evaluation certificate and application" Intelligent and Green Building Congress, 248, (2013)

[2] Kayıhan K.S. , Tönük S. , “ Examination of Site SelectionandAnalyseSubject in SustainableElementary School BuildingDesign” YTÜ Arch.Fac. E-Journal Volume 3, Issue 2, 143, (2008).

[3] Kuller, R. , Lindsten, C. “ HealtandBehavior of Children in Classroomswithandwithout Windows” Journal of Environment Physicology, V:12, 305-317, (1992)

[4] Kayıhan K.S. , Tönük S. , “ Examination of Site SelectionandAnalyseSubject in SustainableElementary School BuildingDesign” YTÜ Arch.Fac. E-Journal Volume 3, Issue 2, 170, (2008).

[5] Aslan Z. Ç. , “ Sustainable School Building” EkoBuilding, [www.ekoyapi](http://www.ekoyapi.com) dergisi.com, 52, (2010)

# International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing

## THE INTERIORS OF TRADITIONAL AND MODERN TURKISH HOUSE, CLUES FOR ARCHITECTURAL EDUCATION

İkbal Ece POSTALCI, Güldehan ATAY\*

Mimar Sinan Fine Arts University, İstanbul 34427, Turkey  
*Mimar Sinan Fine Arts University, İstanbul 34427, Turkey*

---

### Abstract

Traditional Turkish house is characterized with its original shape of the room; plan layout, construction and roof forms. Although these houses are multi-storeyed, the use of space, is influenced from the ancient houses from Byzantine era in Anatolia and from the tents of Turks from Central Asia. The houses from the Ottoman period have also similar spatial organization. Two main spaces “sofa”(common space) and the “room” as a living unit differentiate the Turkish house from other houses in other geographies. Some similarities can be found in neighbourhoods due to the cultural interactions between societies and migrations.

The interior of the room in traditional Turkish house is characterized with its fixed-in-furniture, which supplies all necessities of a person in a house. There is no difference between the rooms in traditional Turkish house, such as kitchen, bedroom, living room or bathroom; since every room is designed for all activities as one living unit.

This paper will discuss the similarities and differences in use of space between traditional Turkish houses and today's flats in apartments. The comprehensions will be made through the field works on traditional houses and with the projects of architecture students in Mimar Sinan Fine Arts University, İstanbul. The concept of the students' projects is redesigning their own houses. Since the students are from different regions of Turkey; their houses have both similar and different spatial characteristics. The cultural identity of the user also plays a role in use of living space that will be discussed. This paper is focused on interior space and use of furniture in both traditional and contemporary spaces of Turkish houses. The aim of this study is to put the relation between the past and today's use of interior spaces of Turkish houses.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Keywords:* Traditional Turkish house; architectural education; interior space

---

### 1. Introduction

“Can we find clues from traditional lifestyle in contemporary interiors depending on habitations?”, “Are there any similarities between the interiors of the traditional and contemporary Turkish houses?”, “Do architecture students inspire from traditional Turkish houses in terms of use of space and spatial perception while designing contemporary houses?”

This paper aims to discuss these questions on exemplified house projects of architecture students in first year in Mimar Sinan Fine Arts University.

Perception and awareness; the most important issues in architectural education, help us to activate our roles in practices of everyday life. The “house” is an effective instrument for an architecture student, who experiences his/her built environment with a different view during his/her education. Therefore, studying a house/dwelling unit in architectural education is not incidentally, but for its' potentials for practising and experiencing easily. In this context, looking the historical development of a house in its' cultural environment, is a must for a researcher. This approach will be an instrument in teaching methods and will help developing new variations of renovating a house.

An overview of “Traditional Turkish House” in history, we first met the term in texts of 1920’s in the process of building the Turkish identity with the establishment of the republic. “National Architecture Seminar” in 1940’s with Sedad Hakkı Eldem, and thesis on this subject in following years has established the term “Turkish house”. In 1960’s the term was widely used and accepted without any conflicts. (1)

Sedad Hakkı Eldem, a prior Turkish architect, has described the houses in Anatolia from 15<sup>th</sup> and 16<sup>th</sup> century, which have spatial characteristics, that form a unique identity. Later, Doğan Kuban has described the Turkish house depending on the existence and placement of common space “sofa” which is typical for these houses. The traditional lifestyle of Turks grounded on the times when they were nomadic in Central Asia. The perception of space is free from “place” as they were nomadic. The “house” is where they constructed the tents; the textile on the ground is a thin separation from earth just like the tent above a light separation from the sky. In all literature on Turkish house, it is accepted that the last (top) floor is the main floor of the building, which has a typical plan. (2) Doğan Kuban has described the main elements of the scheme as; the room, the “eyvan” and the “hayat”.

The paper focuses on the themes of traditional Turkish house, elementary acknowledges those are still seen or disappear in contemporary housing unit in the same geography by time. The methodology of the paper is evaluating the examples of the course Building and Design Theory, in architectural education in MSFAU.

## **2. Methodology**

In order to make a comprehension about the change in use of space, we grouped the activities in the house, rather than comparing the rooms, as the hierarchy of spaces do not show differences according to functions in traditional Turkish house. In “Turkish house”, storing, eating, bathing, sleeping, sitting, working activities can take place in any of the rooms, since each room is designed to correspond every activity. There is no mobile furniture in traditional Turkish house as the fixed in furniture meets all the activities and needs in the room. The interior space, the surfaces are designed together with fixed in furniture during the construction of the house.

The exemplified house projects are selected from first year architecture students in Mimar Sinan Fine Arts University. Building Design and Methodology I is an obligatory course in MSFAU and the student starts with drawing his/her own house and goes on by reevaluating and reorganizing the spaces of the house. Both the existing and the last phase of the house projects are put and examined in order to discuss the use of space in traditional and contemporary Turkish houses.

## **3. Interior of Traditional Turkish House**

Some academics claimed that, the interior of traditional Turkish house has the signs of nomadic culture, as the Turks do all the activities on the floor, sleeping, eating, sitting and working; the interior of room has the same “sense of space” with the interior of the tents. The room is the space isolated at the most from the exterior world with a thin separation from the sky and ground. The house has a very clear and repetitive form and elements that produce this form. (3)

The spatial characteristics of these houses are their plan types, construction methods and spatial organization. The plan typology of these houses is based on the existence and placement of the “sofa”, a common space, which is typical for traditional Turkish house. The rooms are separated with closets at the construction of the house. The room has two main spaces; the main part is “seki” (threshold), a levelled sitting space, which is emphasized with a high wooden ceiling.

At the entrance of the room, a wooden closet covers the whole wall, designed together with the door. There is no drawer in closet but the height of the shelves is designed considering the size of the objects that will be put on them. (5). The mattresses are rolled up and put in the closet, while the hats are put on the open shelves. The shoes are taken off before stepping the main space of the room, which is levelled from the floor. Sometimes, shoes are taken off and put in a special space called “pabuçluk” before ascending the stairs, or “seki”.



Figure 1. Interior of Traditional Turkish House (Günay,R., 2005,Safranbolu Houses)

#### 4. Studying the “House” in Architectural Education

The exemplified projects are from the 1<sup>st</sup> semester course, show the steps of designing a living space, starting from designing a family house by considering the environmental values and proposing a system for social housing. The student reevaluates the quality of living space in his/her existing dwelling, conceives the awareness of the cultural differences, and questioning the built environment and social structure that he lives in.

“Building Design and Methodology” is a compulsory course at the first semester for architecture students. The exemplified projects show the steps of designing a family house, starting from the house the student lives in. The student starts to work on furnishing the kitchen and water closet in the scale of 1/20. After a while she/he searches new variations of furnishing his/her own house. Six different students’ projects will be analysed with in this paper in order to put the similarities and differences between traditional Turkish house of in terms of spatial organization and changing needs. Starting from drawing the house he lives in, the student develops the house project, considering the new lifestyle and on going traditions.

##### 4.1. Example 1: Burcu Kara’s Project, A Duplex Unit

Zeynep Burcu Kara lives in a duplex apartment, which has a private entrance from the street. The flat has a compact planning with an efficient circulation. The main/strongest/dominant architectural element of the house is the stairs. (Fig.2.a). In traditional Turkish house, the stairs takes place in sofa space, enriches the spatial quality while providing the unity of the general planning. In this case the despite the unity of the general furnishing, the stairs needed to be reorganized within the totality of the space. The circulation is reevaluated in the planning as the most important issue in this case.

At the ground floor, the stairs is considered as an element of the unity of the spatial organization. Two variations are developed for the first floor; the first one proposes to enlarge the room spaces, while other one is offers a common space; similar with the “sofa” concept in traditional Turkish house.(Fig.2.b)

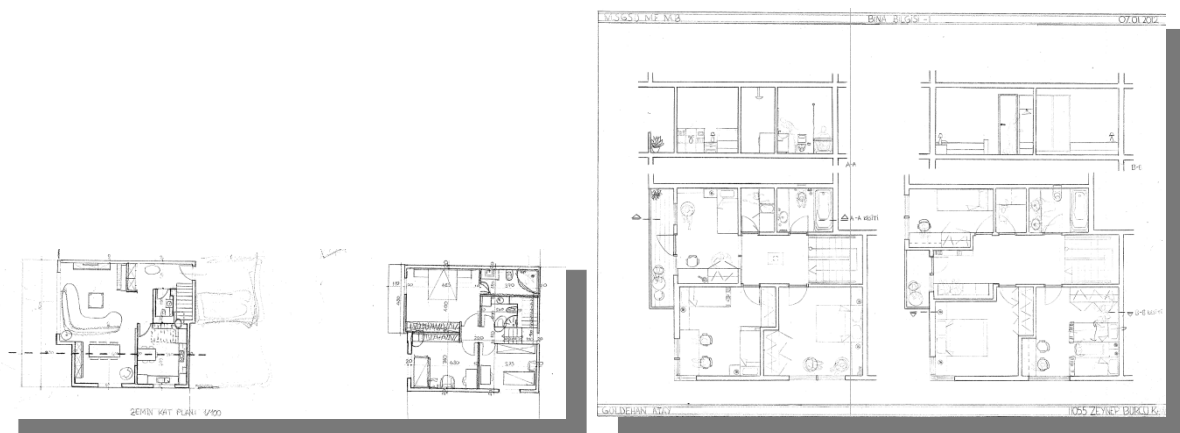


Figure 2.(a) The existing plan, starting point; (b) The final proposal, planning a “sofa” space

#### 4.2. Example 2: Aslıhan Dökmeci's Project

The "corridor" space is one of the common elements in contemporary apartment flats, which doesn't exist in traditional Turkish houses. Aslıhan Dökmeci's house is another exemplified student's project, a rectangular shaped flat with corridors. She considered the corridors as "lost" spaces, developed ideas for them. At the end, instead of being just circulation elements in the flat, all the corridors are revaluated and considered as a part of the spatial unity. Similarly, the walls in the flat are rethought again, and used as not only separation units that create corridors but as storage elements for rooms as well. (Fig.3.a)(Fig.3.b)

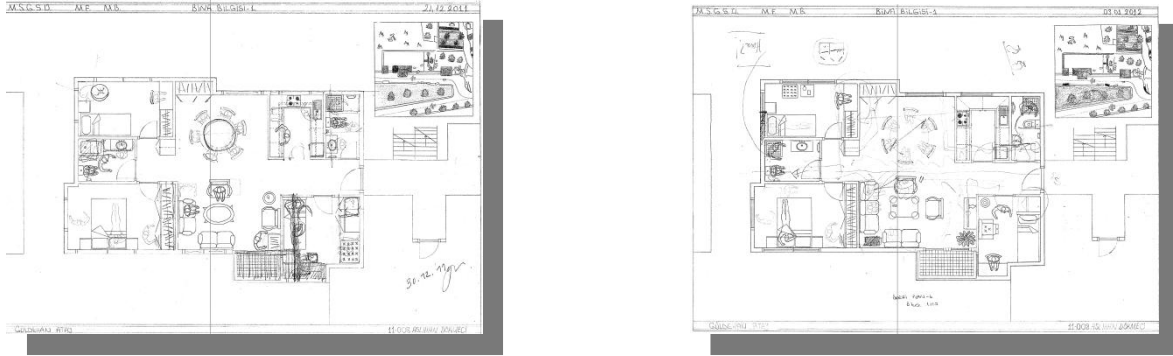


Figure 3. (a) The existing plan; (b) The final proposal

#### 4.3. Example 3: Çağla Çoban's Project

In the case of Çağla Çoban's flat, the main point was to add a bathroom for masters' bedroom. (Fig.4.a) In most Turkish traditional house, the part of the main room called "gusülhane" is a kind of space that widened from a cupboard, and used for bath. As the usual "bathroom" is hamam for Turkish traditional cities, the general tendency in this geography is not to design a "bathroom" for all residents. On the contrary, for a contemporary apartment, a separate bathroom is an important element for all the residents. Beside this, some special bathrooms can be designed in the rooms as well. But the size of these baths is very different from "gusülhane". With the conversion of the minimal effect of "gusülhane", parent's room's bathroom is a comfortable one.

In Çağla's flat, she studied on a concept of organizing a "nish" for the bathroom in parent's room. So the hierarchy between the general bathroom and parent's bathroom can be easily observed by comparing their area. ( Fig.4.b)

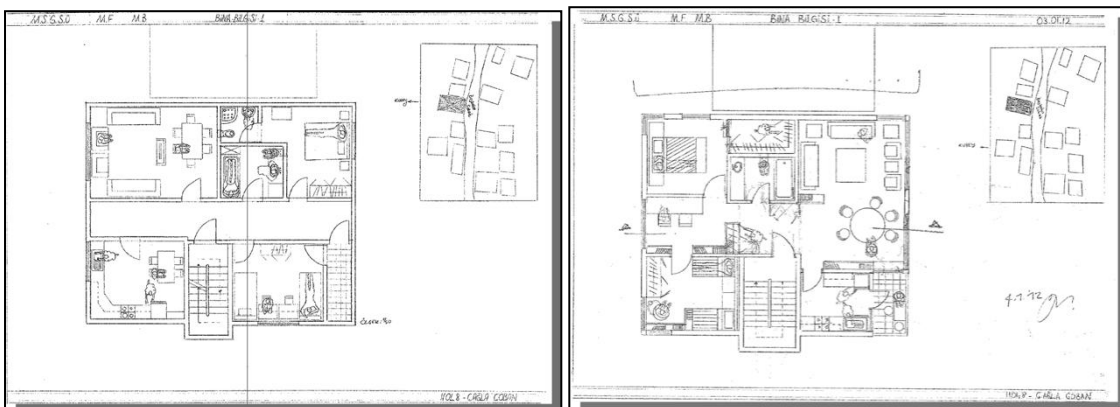


Figure 4.(a) The existing plan; (b) The final proposal

#### 4.4. Example 4: İrfan Halilağaç's Project

İrfan Halilağaç lives in an apartment with a difficult access from the public space.(Fig.5.a) Despite the unity of the planning, the house has a complex circulation. Beside this, with a conversion of the general house planning, the bedrooms and the living room have switched in the plan. From the entrance, one first meets a bedroom and for accessing the living space, more bedrooms should be passed. There are two bathrooms for such a small flat which create a corridor space again. Two concepts; totality/unity of the space and existence of a common space “sofa”, were starting points to reorganize the house. Creating a unique living space without separating the circulation area was the challenge for this project. (Fig.5.b)

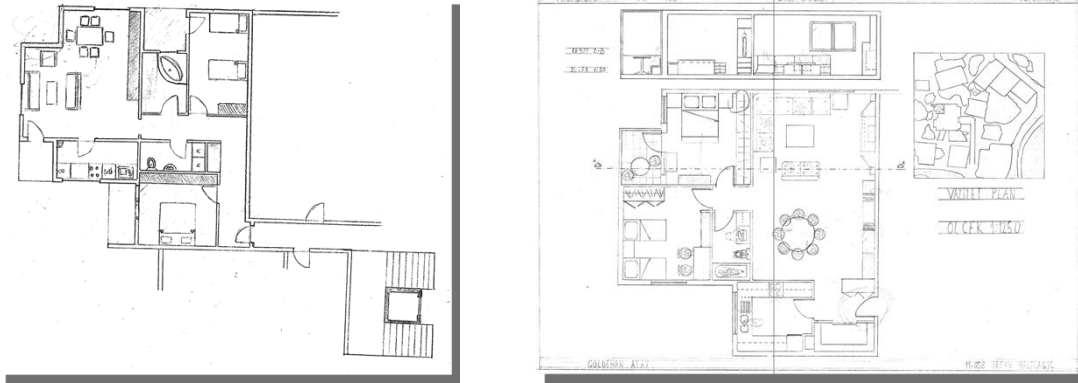
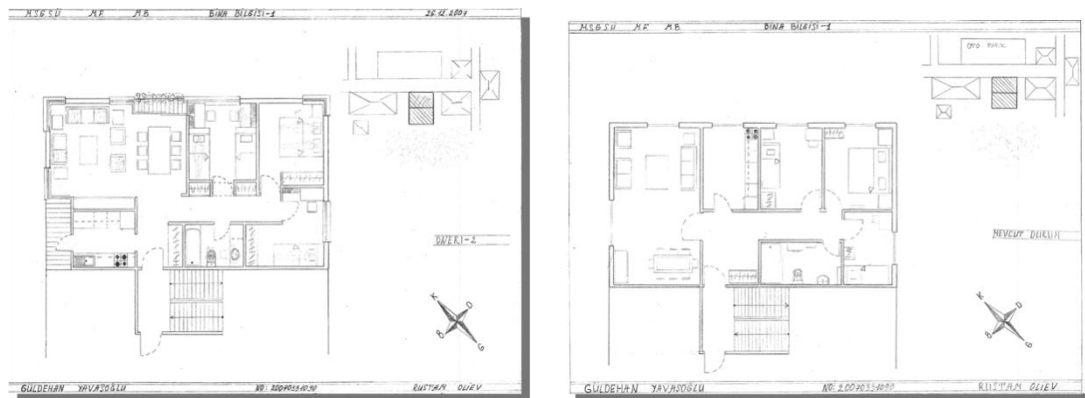


Figure 5.(a) The existing plan; (b) The final proposal, studying the accessibility

#### 4.5. Example 5: Rustem Oliyev’s Project

Rustem Oliyev studied on a flat with two living rooms. One of them is related with kitchen directly, while the other is correlated with rooms and holes indirectly. This living room is larger and has a dining space in it, which refers the “main room” in traditional Turkish house. The separation of living spaces for men and women comes from the sexist approaches, and has Islamic cultural codes. In contemporary flats this differentiation appears as a “larger and better decorated” space/room “living room” for the guests while the family members spend most of their time in the smaller and modest “family room”. The separation of these two living spaces was the main problem for the students’ project. The smaller living room converted into a balcony within the redesigning process.



(a)The existing plan; (b) The final proposal; the main room

Figure 6.

### 5. Evaluation

Some clues from the interior of traditional Turkish house, that give inspiration in house planning in architectural education in Mimar Sinan Fine Arts University can be grouped in terms of use of space.

- Living and Dining spaces: Although the traditional Turkish houses have enough rooms for different activities, none of them is reserved only for “dining” activity. The families eat together, sitting on the floor, on carpets and have a tablecloth on their knees. So, there is no furniture, the table is the big circle shaped tray; “sini”, and the carpet is the “chair”. The dining can take in any of the rooms, as the house shelters more than one single family, but also the families of the sons; brides and grandchildren together.

“Dining” activity takes place whether in the kitchen or in the living room in exemplified students’ projects. None of the students proposed a room only for “dining” activity in his/her new house project. This attitude cannot be explained with traditional lifestyle, but also with the necessity of using minimum space in apartment flat. In some projects, the students propose space for “dining” in the kitchen, while some put the dining activity in the living room. The borders of dining and living space are not sharp/strict in the exemplified projects. Although a breakfast corner takes place in the kitchen in some of the students’ projects, there is always a table for dining in the living room. The dining activity for the family can be in the kitchen but the guests for dinner should be always entertained in the best room, living room in the apartment flat; “baş oda” (main room) in the traditional Turkish house. Having guests for dinner in the kitchen, in a service space, is still not an adopted attitude in students’ projects.

The exemplified students’ projects are not detached houses but apartment flats, which are designed usually for middle-class families. The dimensions of dining space are close to the dimensions of living space and both spaces share the same place at the exemplified flats.

- Sofa, common space: The concept of “sofa” does not take place in modern apartment flats. None of the students lives in a flat with sofa. On the other hand, some of them find it necessary to design a special space for gathering the family together. While some of them proposed a “family room” for this necessity, the student living in a duplex flat has the opportunity to design a “sofa”, as the duplex house has enough space.
- “Corridor” circulation space: The “corridor”, a narrow space for circulation only, does not take exist in traditional Turkish house plans. A similar attitude in house planing at the first year of in architectural education in MSFAU, is not to form “corridor” spaces in apartment flats.
- Bathing Spaces: In the existing house projects, there is a bathroom for bathing and in some there is a toilet for the guests. In new projects, the toilet space is transformed as a secondary bathroom or removed totally. Even though the flat is designed for a nuclear family, two bathrooms are proposed, considering the privacy of bathing for each family member. This attitude reminds the “gusulhane”, washing unit solution in Turkish house. An overview of the exemplified students’ projects, a private bathroom for masters’ bedroom is a necessity if the flat has enough space. The “alaturca” toilet does not take place in any of the proposed flats. The new bathroom has closet and a bath tube, washbasin at the same space.

## 5. Conclusion

The habitations change by time, and in a global world, consumption attitudes determine the lifestyles of world citizens. Still many people are in need/search for the feeling of belonging at the houses they live in. The spatial qualities of traditional Turkish house discussed in this paper maybe an inspiration for new housing projects. We can find clues of traditional houses in today’s apartment flats in terms of use and perception of space. The architecture students are encouraged to design new projects, considering the ongoing habitations and revaluating the traditional housing for a contemporary architecture.

## References

- [1] Sarialioğlu, C., 2008, *Histiyografik bir sorunsal olarak Türk Evi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul
- [2] Küçükerman, Ö., 1985. *Kendi Mekanını Arayışı İçinde Türk Evi*, *Apa Ofsey Basımevi Sanayi ve Ticaret A.Ş.*, İstanbul
- [3] Yürekli, H., Yürekli F. 2007, *Türk Evi, Gözlemler, Yorumlar*, YEM Yayın, İstanbul; p.13.
- [4] Günay R., 2005, *Safranbolu Evleri*, Yapı Endüstri Merkezi yayınları, İstanbul



## Özet

Tarihi dokular buldukları yerleşime ait yaşam tarzı, sosyo-kültürel yapı, ekonomik durum gibi üst başlıklarla ilgili büyük bilgi birikimi sunması ile birlikte insanın; doğa, insan ve yapı ile kurduğu bağı da belirgin bir şekilde ortaya koyarlar. Tarihi dokular yapıldıkları dönemden günümüze kadar şahit oldukları tarih sahnelerinde içinde buldukları yerleşimin ve toplumun geçen zamanla değişen yaşam tarzı, aile yapısı, ekonomik durum vb parametreleri incelememize olanak sağlayan önemli şahitlerdir. Tarihi yapılar doğal ve aynı zamanda yerel malzemenin, yapıldığı dönemin teknik ve ustalığı ile akılcı harmanlandığı, içerisinde bulunduğu çevre ile dost bir planlama anlayışı benimsediğinden her dönem dikkat çeken ve geçmişle bağımızı güncel tutan mimari mirasın en temel taşlarıdır. Yapılan bu çalışma ile Sakarya İli sınırları içerisinde bulunan, Antik çağda Bitinya bölgesinde yer alan, *Dablais, Doris, Deblis* ve *Dablai* adları ile anılmış [1], Taraklı yerleşimindeki geleneksel Taraklı evlerinin yapıldığı dönem çerçevesinde çevresi ve toplum yapısı ile kurduğu ilişkiler incelenecek bu ilişkilerin mimari anlamda tasarlanan yapıya etkileri tespit edilecek ve yapıların günümüz koşullarındaki durumu ortaya konacaktır.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Anahtar Kelimeler:* Tarihi Dokular, Taraklı, Geleneksel Taraklı Evleri

## Abstract

### TIME-SPACE RELATIONSHIPS IN TRADITIONAL TARAKLI HOUSES

Although historical patterns provide great knowledge about lifestyle, socio-cultural structure, economic conditions about their settlement as a main heading, they are the important representatives which reveal markedly, relationship between nature, human and building. Historical patterns are the significant authorities which facilitate to analyse time-varying parameters about settlement and society like life style, family structure, economical conditions, etc. Historical buildings are the lynchpins which conspicuous termly and keep up to date our relation with history as use of natural, local materials; combining technical and mastery with intelligence and embrace nature friendly planning approach with its settlement. By this study traditional houses, in Taraklı settlement which was located in Bithynia in ancient times, called *Dablais, Doris, Deblis, Dablai* and now in the province of Sakarya, will be analysed from the point of relations with environment and community structure in the building period and the effects of these relations will be determined in architectural perspective and the present conditions of traditional Taraklı Houses will be revealed.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Key Words:* Historical Patterns, Taraklı, Traditional Houses

## 1.Giriş

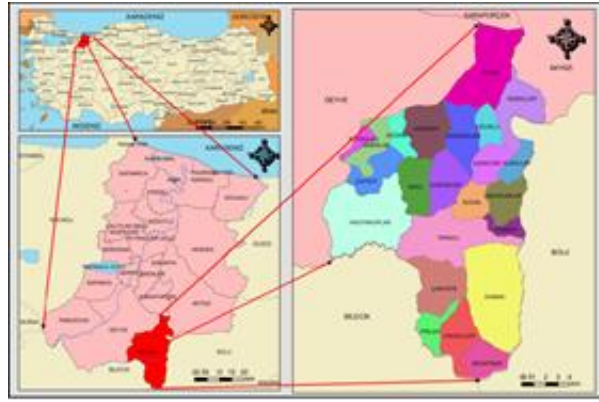
İnsan, hayatını kendi var oluşuyla birlikte sarmalayan iki çevrede sürdürür. Bunlardan biri insanın fiziki-maddi dünyası olarak doğal çevre, ikincisi ise insanın bireysel olarak her türlü yapıp etmelerinin toplamı olan kültürel çevredir. Doğa ve kültür, içinde var olduğumuz ve hayatımızı sürdürdüğümüz en genel yapılar olmakla birlikte mecazi manasıyla bir ‘ev’ niteliğindedir. Ancak insanoğlu bu büyük evin içinde ihtiyaçları özelleştikçe, güvensizlikleri arttıkça ve uzun asırların değişik gerekçeleri ile evrilerek daha küçük yaşama alanlarına ihtiyaç duymuştur. ‘Ev’ olarak nitelendirdiğimiz bu küçük yaşam alanı için, doğa ve kültürün değişimi ile farklılaşan, fakat aynı şekilde kültürün ve doğanın da değişiminin üretildiği yerdir denebilir. İnsan, kültür ve doğa arasındaki devingen etkileşimin neticesi olarak bulunduğu yöreye ve yapıldığı döneme özgü benzer formal ve fonksiyonel özellikler gösteren 'yerel' biçimlenişler ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda 'geleneksel evler' yapıldığı döneme ait

sosyal ve kültürel etkenleri değerlendirebileceğimiz görsel kaynaklar olması ile birlikte geçmişle bağımızı güncel tutan, mimari mirasımızın temel taşlarıdır.

Yapılan bu çalışma 'geleneksel ev' kavramının oluşma sürecinde etken olan iklim, malzeme gibi diğer parametreleri reddetmemekle birlikte bu oluşum sürecine insan-kültür-çevre perspektifinden bakmayı hedefler. Bu bağlamda yapılan çalışmada Taraklı yerleşiminin fiziksel sınırları, tarihçesi, sosyo-kültürel yapısı hakkında bilgiler verilecek, bu bilgiler ışığında geç 19. Yüzyıl erken 20. Yüzyıla tarihlenen geleneksel evlerin zaman-mekân ilişkileri sorgulanacak, yapıların günümüz koşullarındaki güncel durumu değerlendirilecektir.

## 2.Yerleşimin Fiziksel Sınırları

Marmara Bölgesi'nin güney doğusunda bulunan ilçe Ankara ve İstanbul şehirleri arasında yer alır. Ankara'ya uzaklığı 270 km, İstanbul'a ise 200 km'dir. İlçe; Adapazarı'na 65 km uzaklıkta, 9220 nüfuslu, 4 mahalle, 22 köy yerleşim biriminden oluşmaktadır. Bulunduğu konum itibarıyla doğuda Bolu ili Göynük ilçesine 28 km, batıda Geyve ilçesine 34 km, güneyde Bilecik ili - Gölpaazarı ilçesine 30 km mesafede bulunmaktadır.[2]



Şekil 1. Taraklı Haritası [3]

## 3.Yerleşimin Tarihçesi

Antik çağın 'Bitinya' şeklinde adlandırdığı bölgede yer alan Taraklı; Dablais, Doris, Deblis ve Dablai isimleri ile anılmıştır. Sakarya ilinin en eski yerleşim alanlarından birisi olan Taraklı ilçesi; Evliya Çelebi'nin Seyahatnamesi'nde belirtildiğine göre, halkının çoğunun tarak ve kaşık yapımıyla uğraşmasından Taraklı adını almıştır. Çelebi bunu "...Hepsi kaşık ve tarak yapımıyla uğraştıklarından şehre Taraklı derler. Dağlar safi şimşir ağacı kaplı olduğundan halkı bunları işleyip Arap ve Acem'e gönderirler..." diye tarif etmektedir. [1]

Osmanlı İmparatorluğu döneminde İstanbul-Üsküdar ile Bağdat'ı birbirine bağlayan orta yol, Gebze, İzmit ve oradan da Sakarya-Geyve-Taraklı-Göynük yolu üzerinden ilçeden geçmiştir. Cumhuriyet döneminde de Sapanca-Geyve-Taraklı-Göynük ve Beypazarı üzerinden Kayseri'ye kadar uzanan Ankara yolu, zamanın en işlek yollarından biri olarak bölgenin ticaretini canlı tutmuştur. 1965'ten sonra İstanbul-Ankara yolunun Bolu dağı güzergâhına alınmasıyla ilçe ekonomisi büyük bir gerileme yaşamıştır. [4]

## 4.Yerleşimin Sosyo-Kültürel/Sosyo-Ekonomik Yapısı

Geç 19. Yüzyıl ve erken 20. Yüzyılda 'ataerkillik' kavramı aile yapısını şekillendiren en temel olgudur. Evlilik kuralları; yeni evli çiftin erkek ailesinin yanında yaşamasını öngörmektedir. Kadının erkek ailesine geçişiyle şekillenen bu yaşam biçimi erkeğin yaşam alanını değiştirmedeği gibi kadının mülkiyet hakkının korunumu açısından da herhangi bir hak sağlamamaktadır. [5]

Toplumsal yaşamın çeşitli alanlarında rol ve statüleri farklı olan kadın ve erkekler; çalışma hayatında, tarıma dayalı iş bölümünde hemen hemen eşit işleri yapmaktadırlar. Ailede her ne kadar büyükler söz sahibi olsalar da yapılacak her işte ailenin ortak kararı alınır. Aile hayatı belirli kurallara göre düzenlenmiştir. Bu kuralların dışına çıkmak pek hoş karşılanmamaktadır. Kadın-erkek ilişkileri, gelenek-görenek ve inanç temelinde şekillenmiştir. Aile hayatında erkeğin üstünlüğü çok gibi görünse de gerçekte belirgin bir üstünlük söz konusu değildir.

Kararlar mutlaka ortak alınır.[4] Şehirleşmenin az olduğu, geleneklere bağlılığın ise üst seviyede olduğu Taraklı ve köylerinde kültürel miras dediğimiz zengin bir sosyal yaşantı mevcuttur.[6]

Yöre halkı eskiden beri geçimlerini tarım ve hayvancılıkla sağlamışlardır. Özellikle rakımının yüksek olması tarımsal faaliyetler açısından ekonominin canlı kalmasını sağlamaktadır. Bölgede ticaret gelişmemiştir. Nüfusun sadece %10 gibi küçük bir kısmı ticari faaliyetlerle uğraşmaktadır. Bununla birlikte yerleşimde ahşap oymacılığı gelişmiştir ve bu zanaat ile ilgili çeşitli atölyeler mevcuttur. [7]

## 5. Geleneksel Taraklı Evleri Zaman Mekân İlişkileri

Geleneksel mimariler; endüstrileşmemiş ya da endüstrileşme öncesi toplumların yani geleneksel toplumların mimarisidir. Geleneksel toplumların üretim ve tüketim ilişkileri başta olmak üzere tüm yaşam biçimlerini yönlendiren gelenekler: nesilden nesile aktarılan bilgi, beceri, görgü ve edimlerle olarak tanımlanabilir. [8] Dolayısıyla geleneksel toplumlar hayatı kendilerine özgü mekânlarda diğer bir tabirle geleneksel mekânlarda sürdürürler.

Bilindiği gibi toplumunu, kültürel ortamını ve ekonomik değerleri kısacası kendi dönemini içinde barındıran ve dönemin her türlü değerinden etkilenen bir oluşum olan “mekân”, mimarlığın en temel uğraşdır. Dolayısıyla mekânı, sadece hacim, yüzey, ışık, doku gibi özellikleri olan bir fiziksel boyutlanma şeklinde algılamak gerekir. [9] Mekân kavramının bir alt başlığı olan konut, toplumların sosyal, ekonomik ve kültürel kimliklerinin bir göstergesidir. Bireyler kendi fiziksel ve tinsel özelliklerinin yanı sıra ait olduğu grubun kültürel özelliklerini de yaşadıkları mekâna, o mekânın kullanım biçimine yansıtırlar [10]

Geleneksel aile düzeni, içinde yaşadığımız evlerin tasarımını etkileyen faktörlerden biridir. [11] Özellikle tarım ile geçinen ailelerde, gerekli işler, aile fertleri arasında paylaşılarak aile işletmesi şeklinde çalışılır. Belirli sürelerde işin yoğun olması, çok sayıda iş gücünü gerektirmektedir. Bu nedenle kalabalık ve geniş aile düzenine gereksinim duyulmaktadır. Bu durum ailenin parçalanmadan bir arada yaşamasında ve geniş aile yapısını devam ettirmesindeki en önemli nedenlerden biri olarak görülmektedir.[12]

Taraklı yerleşimindeki geleneksel evlerin zemin katı topografyaya uygun olarak üst katlara temel oluşturmaktadır. Taş kaplı olduğu zaman “taşlık” adını almaktadır. Genel olarak ise “hayat” denilmektedir.[5] Evlerin üzerinde konumlandığı sokakla iç mekânın görsel ilişkisi kesilmiştir. Bu katta bazı örneklerde pencere olmadığı gibi ahır, samanlık, odunluk, depo gibi işlevler kapsamında kullanılması dolayısı ile mekân içi gereken hava sirkülasyonunu sağlaması için açılan pencereler evin içinde yaşanan hayatın dışarıya yansımaması, ev içi mahremiyetin korunması adına görüş seviyesinin üstündedir.



Fotoğraf 1: Geleneksel Taraklı Evleri Giriş Kat Düzenlemeleri (Erek, H. 2014)

Evlerin girişinden itibaren içinde bulunduğumuz coğrafyanın önemli kültürel miraslarından biri olan 'misafirperverlik' geleneği bir tasarım olgusu olarak karşımıza çıkmaktadır. Evlerin giriş düzenlemelerinde eve gelenin kim olduğunu görünmeden öğrenmek adına tasarlanan 'kim geldi pencereleri' ne rastlanmaktadır. Bu pencereler gelenin misafir olup olmadığının belirlenmesi ve buna göre karşılanmasını sağlamaktadırlar.



Fotoğraf 2: Geleneksel Taraklı Evleri Kim Geldi Penceresi (Erek, H. 2014)

Odalar geleneksel Taraklı evlerindeki en önemli unsurlardan biridir. Yerleşimdeki bireylerin benimsediği 'geniş aile' yapısının temeli olan 'birlikte yaşam' geleneği ile ev içerisindeki odalar birçok faaliyeti içinde barındıracak büyüklükte ve nitelikte tasarlanmışlardır. Her bir oda geniş aileyi oluşturan çekirdek ailenin özel yaşam alanıdır, dolayısı ile bu mekânlarda uyuma, dinlenme, yemek pişirme, yemek yeme gibi faaliyetler gerçekleştirilmektedir. Büyük bir kısmında tuvalet olmasa bile mutlaka gusülhane/abdestlik bulunmaktadır. Birçok örnekte içerisinde ocağın bulunduğu odalar görülmektedir. Özellikle aile büyüklerine ait odalarda bulunan ocağın ısınma ve pişirme işlevlerinin yanında oda içerisinde bulunan gusülhane ile paralel olarak 'dini inanışla' bağlantısı dikkat çekmektedir. Türk kültüründe yer yatağında yatılmakta, gece kurulan yer yatakları gündüz yüklük adı verilen dolaplara kaldırılmaktadır. Söz konusu eylem gereklilikleri çerçevesinde odalardaki oturma alanları olan sedirler yapının dış çeperine çekilmiş ve odanın orta alanı çok amaçlı kullanılmak üzere boş bırakılmıştır. Boş bırakılan orta alan söz konusu mekânda zemin kaplamasını etkilemiş sert zemin kaplamaları yerine halı, kilim kullanımı tercih edilmiştir. Oda içerisinde açılan pencereler hem sedirde oturan bireyin hem de mekân içerisinde ayakta duran bireyin görüntüsünü kesmeyecek şekilde tasarlanmıştır. 'Ev'i içerisinde fazla zaman geçiren ev ferdinin hâkim olunan yapılı ya da doğal çevre dokusundan görsel olarak maksimum faydalanması amaçlanmıştır.



Fotoğraf 3: Geleneksel Taraklı Evleri Ocak ve Dolap Düzenlemeleri (Erek, H. 2014)

Yerleşimdeki geleneksel evlerde misafirlerin kabul edildiği başodalar mevcuttur. Bu odalar merdivene en yakın ve en donanımlı mekânlardır. En güzel manzaralıdır. Genellikle her iki duvarı da pencere olduğu için köşe odası niteliğindedir.[13] Başodalar yöresel kültürde 'misafir'e verilen değer en güzel örneklerinden biridir.



Fotoğraf 4: Geleneksel Taraklı Evleri Oda Düzenlemeleri (Erek, H. 2014)

Ev içerisindeki bütün odalar merkezi konumdaki sofaya açılmaktadır. Sofa oturma, dinlenme, yemek yeme, çalışma, eğlenme, uyuma gibi birçok farklı aktivitenin gerçekleştiği, bütün odaları birbirine bağlayan bir mekândır. Yerleşimde yaşayan bireylerin ait olduğu kültürel yapı bağlamında doğum, nişan, düğün, sünnet, ölüm gibi olaylar ve mevsimlik hazırlıklar özellikle uygun olmayan iklim koşullarında konut içerisinde gerçekleştirilmektedir. Dolayısı ile ‘misafirperverliğe’ verilen önem, konuklar için alan gerekliliğini ortaya çıkartmaktadır. Sofa bu anlamda plan kurgusu içerisinde hacim olarak en büyük ve en merkezi mekândır.



Fotoğraf 5: Geleneksel Taraklı Evleri Sofa Düzenlemeleri (Erek, H. 2014)

Dinsel kültür, geleneksel kültürdür ve bu başlık altında toplanan kültürlerin ortak özelliği olan simgesel öğeler ile yoğrulmuştur. Geleneksel kültürün bireyleri yaşamlarında bu simgelerle iç içedir, mimari çevre de doğal olarak onları yansıtmaktadır. ‘İslam dini’ konutun mekân örgütlenmesini ve fiziksel biçimlenişini belirleyen önemli bir etkidir. Ev içe dönük aile kavramının bir ifadesidir. Aile yaşantısının eylem alanı olan ev dış dünyadan ayrılmıştır. Varsa bodrum kat ya da zemin kat penceresiz ya da az pencerelidir ve bu pencerelerde sokak dokusundan mekân içerisinde görülmeceği şekilde tasarlanmıştır. Ev içinin tasarımı düzen, uyum ve huzur ilkelerine dayalıdır. Mobilyayla doldurulmamış, ‘mütevazı’ geleneksel Müslüman evinin iç mekânı, caminin iç mekânı gibi, ruhun varlığına işaret eden salt boşluk aracılığı ile insanda bir kutsallık duygusu oluşturur. Namazda secdeye varılırken alnın evin zeminine değmesi ve yerin bu şekilde kutsanması sonucu İslam evinde zemine özel bir önem verilmiştir. Bu yüzden zemin geleneksel Müslüman evinin ayakkabı ile kirletilmeyen en özel yeridir.[12]

Yerleşim bölgesinde evlerin yapıldığı dönem itibari ile yerleşimde yapılan ipek böcekçiliği konut mimarisinde etkili olmuş, bazı evler ipekböceği beslemek amacıyla düzenlenmiştir. Bu faaliyet çerçevesinde geniş açıklıklara ihtiyaç vardır ve ortamın sıcaklığı ile nemi oldukça önemlidir. İpek böceği üretimi kapsamında tasarlanan evlerin üst katlarında mekânın ısı dengesini sağlamak amacıyla tek bir oda yer almaktadır. Böceklerin yere serildiği geniş alanda soba yakılmamakta, ısı kurgulanan tek mekândan büyük mekâna dağıtılmaktadır. Mekan içerisinde optimum nem sağlanması için tavan döşemesi kullanılmamış çatı konstrüksiyonu açık bırakılarak ortamda hava sirkülasyonu sağlanmıştır.



Fotoğraf 6: Geleneksel Taraklı Evleri / İpek Böcekçiliği (Erek, H. 2014)

## 6.Sonuç

18. ve 19. Yüzyıllarda gerçekleşen endüstri devrimi Türkiye’de özellikle 20. Yüzyılın başlarında Kurtuluş Savaşı sonrası kapitülasyonların kalkması ile etkisini göstermeye başlamıştır. Yeni buluşların makineleşmiş endüstriyi ortaya çıkarması yapı sektörünü de etkilemiş, makinelerin ürettiği yapı malzemesi her yerde bulunur duruma gelmiştir. Yerel-geleneksel mimarinin zanaatkâr üslubu bu hızlı üretim karşısında direnememiş, talebini yitirmeye başlamıştır. Barınma kültüründeki batılılaşma etkilerinin öne çıktığı 19. Yüzyıldan günümüz endüstri

toplumuna kadar geçen süreçte yaşanan sosyo-kültürel değişim ve paralelinde gelen aile yapısındaki değişim bireylerin yaşama biçiminin ve yaşama alanlarının değişmesine yol açmıştır. Makineleşmiş endüstrinin getirdiği hızlı üretim meslek çeşitlerini arttırmış geniş aile bünyesi içerisindeki genç ailelerin kendi çekirdek ailesini kurmasına olanak sağlamıştır. Bununla birlikte 'ev' artık içerisinde çalışma faaliyetlerinin yürütüldüğü mekân olmaktan çıkmış gündelik yaşam konut dışı olmaya yönelmiştir. Kadının toplumdaki rolünün değişimi ve bununla birlikte çalışma hayatında var olmaya başlaması, dil, eğitim, teknoloji alanındaki yenilik ve gelişmeler barınma kültürü ve onun en önemli ögesi olan konutta kullanıcı gereksinimlerini değiştirmiştir. Yaşanan bu değişimler yerel mimariyi etkilemiş bu yapı türünü neredeyse kendi kaderine terk etmiştir.

Çalışma alanı olan Sakarya ili Taraklı yerleşimi güncel durumuna bakıldığında ise, geleneksel dokunun büyük oranda varlığını sürdürdüğü fakat bu süregelen tercihler sebebiyle olmadığı gözlemlenmiştir. 1965 yılında yerleşim içerisinde geçen şehirlerarası bağlantı yolunun güzergâh değişimi, bölgenin ticari faaliyetler anlamında geri kalmasına neden olmuş, bireyleri geçim kaynağı olarak tarım ve hayvancılık faaliyetlerine devam etme durumunda bırakmıştır. Bu durum yerleşimdeki bireylerin kendi 'öz'ünden kopmamasını sağlayarak geleneksel yaşamı sürdürmekle birlikte, yaşanan ekonomik dar boğaz bölgenin göç vermesine sebep olmuştur. Yaşanan nüfus kaybının niceliği birçok yapıyı kullanıcıyı bırakarak kendi kaderine terk edilmesine neden olmuştur. Yapıldığı dönemin birçok farklı unsurunu bünyesinde bulunduran geleneksel konut kültürünün yaşatılması ve gelecek kuşaklara aktarılması mimarlık kültürünün devamlılığı açısından son derece önemli olduğu bakış açısı ile yerleşimde var olan geleneksel mimarinin korunması adına gerekli önlemlerin alınması ve eyleme dönüştürülmesi gerekmektedir.

## Kaynakça

- [1] User, U., (2008). 4823 Numaralı Temettuat Defterine Göre Yenice-i Taraklı Kazası Transkripsiyon ve Değerlendirme, Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya
- [2] Filiz, E., Aktaş, A., Arı, A., Mahmutoglu, F. (2003). Tarihin Doğayla Buluştuğu Yer Taraklı, Çizgi Ofset, Sakarya,
- [3] Temurlenk, Ş., (2011). Taraklı İlçesinin Beşeri Coğrafyası, Sakarya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya
- [4] Aktaş, A., (2008). Kültürel Renkleriyle Sakarya, Kültür Yayınları, Sakarya, S. 281-282
- [5] Toker, U. , Toker, Z. (2003). Family Structure and Spatial Configuration in Turkish House Form in Anatolia From Late Nineteenth Century to Late Twentieth Century, 4th International Space Syntax Symposium, Londra, S.55.3
- [6] Elmas, E., (2013). Tarihi Sakarya Bölgesinde Sivil Mimari: Geç 19. Yüzyıl ve Erken 20. Yüzyılda Taraklı Konutlarının Analizi, Kocaeli Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli
- [7] Filiz E., Tan E., Mahmutoglu F., Özkahraman T., Sezer E. ve Kömürcü İ. (2003). Tarihin Doğayla Buluştuğu Yer Taraklı, Taraklı Kaymakamlığı, Nil Çizgi Ofset Matbaacılık,
- [8] Eyüce, A. (2005). Geleneksel Yapılar ve Mekânlar, Birsen Yayıncılık, İstanbul, S. 4-5
- [9] Direk, Y. S. (2006). Sosyo-Kültürel Yapının Konut Oluşumuna Etkisi: Diyarbakır Örneği. Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, Sayı 16, S. 105-113
- [10] Yıldırım, K. , Uzun, O., Kahraman, N. (2009). İki Farklı Kültürel Bölgede Bulunan Apartman Konut Yaşama Mekânlarının Kullanım Sürecinde Değerlendirilmesi, Politeknik Dergisi, Sayı 12, S. 113-120
- [11] Göker, M. (2009). Türklerde Oturma Elemanlarının Tarihsel Gelişim Süreci, Zeitschrift für die Welt der Türken, Sayı 1, S. 165
- [12] Minsolmaz Yeler, G., (2004). Konut Mimarlığında Ekolojik ve Sosyo-Kültürel Etkenlerin Analizi, Trakya Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Edirne
- [13] Kan, H., (2009). Taraklı Yerleşimindeki Tarihi Dokunun Sürdürülebilirliği Bağlamında Kentsel Koruma ve Geliştirme Stratejileri, Bartın Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın

# International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing

## Furniture Design in Turkey after 1950 "Kare Metal"

Şebnem ERTAŞ<sup>a</sup>, Funda KURAK AÇICI<sup>b</sup>, Firdevs KULAK\*, Aslı TAŞ<sup>+</sup>

<sup>a</sup> Öğr. Gör. Dr., Şebnem ERTAŞ, Department of Interior Architecture, Karadeniz Technical University, 61080 TRABZON

<sup>b</sup> Öğr. Gör. Dr., Funda Kurak Açıcı, Department of Interior Architecture, Karadeniz Technical University, 61080 TRABZON

\* Arş. Gör., Firdevs Kulak, Department of Interior Architecture, Karadeniz Technical University, 61080 TRABZON

<sup>+</sup> Arş. Gör., Aslı Taş Department of Interior Architecture, Karadeniz Technical University, 61080 TRABZON

---

### Abstract

19th. Century at which radical changes occurred in designing sector, industry developed, new materials were discovered so quick and abundant production were provided. But, machines are being used in production though, traces of past still continue. Beside of this, original furniture were designed not impressed by eclectic attitude[1].

The Second World War is conceived as a differentiation in taking shape of 20<sup>th</sup> century's furniture, it is analyzed as before the Second World War and after the Second World War. The time after the Second World War is perceived as a time span when the revolutionary technology has developed rapidly in furniture design. Thus, the discourses which emerged in industrial revolution and after that time have big importance [2]. As the designers responded the materials and techniques which were parts of the economic boom after 1950, the products, which were enabled by industry, came up in Turkey and in the world. The developments resembling economic reforms in the world after the war came up in Turkey, too, but, there were serious restrictions on materials and resources for Turkish designers and producers [3].

Kare Metal Atelier was found by sculptor Sadi Öziş, İlhan Koman and Sadi Çalık between 1953 and 1967. Although the atelier was found on modern/technologic design principles which were held by all over the world during industrial revolution, they produced modern furniture without industrial materials and production techniques.

Setting process of 'Kare Metal' work place was done by setting of iron work place in Academy in 1953. Works about furniture and sculpture started to be carried out in this iron work place. During this, 'Groupe Escape' which Tark Carım, Andre Bloc and friends created, mean while in France, provided the taking role of Turkish attendants in organization. So, Tark Carım, İlhan Koman, Sadi Öziş, Şadi Çalık, Zühtü Müridoğlu, leaded by Hadi Bara, started to do their Works in this iron workshop. Result is so successful. However, works created by those couldn't be exhibited in the exhibition in Paris because of some reasons. Because not attending of that Paris exhibition, group made a revision among them then İlhan Koman, Sadi Öziş and Şadi Çalık got to gether and continued their working out of the work place. So, Kare Metal emerged. Opinions of exhibiton of Works done during this process were proposed. But, this 10-years attempt ended because İlhan Koman went to Europe and in same way Şadi Çalık in 1960 and Sadi Öziş in 1963. During time, following this, we couldn't have a consistent work till that day [4]

It can be asserted that Kare Metal atelier embarked upon a unique enterprise in modern furniture design which relied on handmade in 1950s, when Turkey had restricted conditions. The atelier contributed to Turkey's modern furniture conception by adopting modern terms into daily life through systemizing the aesthetics essence of industrial revolution, harmonising science and culture through analytical thinking. In this study, designers and design concepts of "Kare Metal" Atelier, which provides an important perspective to 20<sup>th</sup> century furniture in Turkey, has analyzed.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference "All In One Conference"

*Keywords:* Industrial Revolution, Modernism, Furniture Design, Turkey

---

### 1. Introduction

Furniture, named as middle century modernism and had furniture style of the period after war, was described as timeless furniture. Apart from having relationship with the place and human being these timeless designs have the qualities of being simple and functional. The effects like the diversity of material and production techniques are important factors that shape furniture design of the period [5]. 1950s are the beginning of consumer society with the philosophy of "single-use" and armchairs that are made from new and different materials [6]. Therefore, there were significant accommodation problems after the war and this led to the development of construction, transportation and furniture sectors[7].

There happened significant changes in furniture design with the developed industry. Previously made furniture became mechanical and mass production started. Therefore, fast and mass production occurred with the new materials [8]. As the designers responded to the techniques and materials that were the part of economic boom after 1950, products that came into being with the help of industry in Turkey and all over the world appeared. The developments like economic reforms after the war occurred in Turkey but there are

serious limitations on materials and sources for the designers and producers.

Young designers, who graduated from the academy in Turkey in 1950s, started to conduct studies about contemporary furniture design with the effect of modern education by following world trends. "Square Metal" group appeared that contributed to the furniture understanding of the period. "Square Metal" atelier was established by sculptor Sadi Ozis, Ilhan Koman and Sadi Calik in the years between 1953 and 1967. The atelier took a significant step by producing furniture without production techniques in Turkey where limited conditions were available in 1950s. "Square Metal" atelier designers, who presented a significant perspective for furniture sector after the 2nd world war in Turkey, were introduced and furniture produced by design understandings was discussed in the study.

## **2. The Furniture Design and in the 20th Century and the Second World War**

The Second World War registered huge effects on architecture and designing in the years between 1945 and 1960, especially in the years between 1960 when pop culture was in effect and 1940 when the war continued. Qualified furniture concept was discussed in many countries with developing furniture sector after the war. Qualified furniture, which included many concepts like material, form, application technique and design philosophy, were described as timeless furniture and survived until today[9].

Faster and lower-priced industrial production requirement was increased to a great extent after the Second World War and therefore it can be mentioned that there is a standardized mass production of furniture with the potential of testing new materials [10]. The base of this "mass production" and "consumer society" understanding in 1950s is based on industrialization created by Industrial Revolution and migrations to the cities. As industrialization is very effective because of migrations, a new period, in which art movements and designs of the century, appeared. Thus, the Second World War is seen as a separation for the 20th century furniture formation [11]. Therefore the statements appeared in this period are really important. Short period transformation stages are experienced in art and design in this period.

The movements that hold past qualities appeared with industrialization and mass production. In, England, Arts and Crafts movement which appeared because of monotony of industry that kills the art and the tendency that keeps the art away from personal formation is one of important movements of the period that aim to revive middle age art and approach mass production in a detached way. This movement appeared thanks to a group which aims to revive high qualities of handicrafts and has changed by moving towards ugliness of industrial products in the second half of the 19th century[12].

Art Nouveau is notion which is based on Arts and Crafts and appeared in France in the 19th century and whose effect continues in the beginning of 20th century. Art Nouveau, which has some principles like handicrafts techniques and natural material use of Arts and Crafts movement, creates visual movement apart from geometrical style which is named as cubic style [13].

Together with International Style, Art Deco, which appeared after Art Nouveau, has an importance in terms of furniture design of the Second World War. Art Deco, which gives importance to industrial production contrary to Art Deco, is seen as a starting point mass production designs which are seen in the next period. One of the factors that affect architecture and furniture design understanding before the war De Style movements which were developed with the effect of Bauhaus School[14].

The products, which developed thanks to the revolution in furniture design area and economic development after the Second World War, appeared. Materials like plastic and polypropylene caused new ideas to appear [15]. In the period after the war, there were important Italian companies like Zanotta, Cassino, Capellini and Molteni and Herman Miller and Knoll furniture companies [16] attracted the attention[17]. Designer made designs for these companies. Armchairs made from polyurethane, armchairs being the synthesis of consumption and pop culture and plastic armchairs are fantastic furniture of the period. Charles Eames, Eero Saarinen, Harry Bertoia and Ame Jacobsen are important designers of the period [18].

## **3. The Development of Furniture Design in Turkey**

Technologies and materials, which were developed after the Second World War, are really important for furniture design after 1950s. The designers in the world worked in a free environment with the use of new technology and materials and many creative ideas appeared. While modernity is available in furniture use in Turkey with the proclamation of the republic, the furniture was produced by copying the styles in Europe. This situation prevented Turkey from developing in furniture design area. Lack of materials is also another factor that prevents the development of furniture design. Together with the lack of material and technology, there is a limited environment for Turkish artists and designers and limited designs were produced because of this reason [19].

Mimar Sinan Fine Arts University started its education with the name of Istanbul Fine Arts Academy in



1928. Thanks to this art school students and graduates, it brought a new breathe to Turkish furniture sector in 1950s. Moderno and Square Metal groups appeared in this period and these groups made furniture designs and were established by the young people who graduated from the academy. Intemo, MPD, Galeria Milar, Sark Furniture took their place in furniture production area. However, Square Metal group will be evaluated because of the fact that its furniture production techniques are different and ergonomic and it is a forerunner in its area.

### 3.1. Furniture Design in Turkey after 1950: “Square Metal”

Establishment period of “Square Metal” atelier occurred thanks to iron atelier which was established in 1953 in the academy. Studies, which related to furniture and sculpture, were conducted in this iron atelier. Escape Group, which was Tarık Carım, Andre Bloc and their friends in France, contributed to the participation of Turkish artists. Thus, this group, which was established by Tarık Carım, Ilhan Koman, Sadi Ozis, Sadi Calık and Zuhtu Muridoglu within the presence of Hadi Bara, continued their studies in this iron atelier. The result was really successful. But, although the call was gained for the works of art to attend in exhibition in Paris, this participation didn’t occur. As they couldn’t participate in the exhibition in Paris, the group made a renewal among themselves and Ilhan Koman, Sadi Ozis, Sadi Calik continued their studies out of the academy by coming together. As a result of this, “Square Metal” appeared[20].

Professor Sadi Ozis told transition from metal atelier to square metal and furniture design approaches in an interview he made with Professor Onder Kucukerman. He told that everything was found in a difficult in a period in which metal atelier was established in sculpture department but all the things were compensated. Ilhan Koman and Sadi Calik started to work together on metal sculpture and metal furniture. He told that they focused on the work from the beginning and they tried to search for an answer how they could do better things. While designing armchairs, they sat on the sand to try to find the correct measurement and then they took plaster pattern when they found the measurements. After they took the plaster patterns, they made plaster again and they told that they tested the reliability of these forms by making people seat on these plasters. In the last stage, they searched for elevations of the armchairs and chairs by arranging iron ticks on these patterns. Thus, the first furniture in Turkey was produced in “Square Metal” ateliers.

Because of the economic situation and development level of their country, Square Metal designers had the problems of finding materials and using production techniques. Even though they were in these conditions, they combined different materials like water tube and hazelnut sieves.














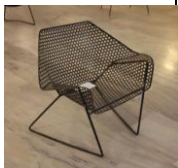

Firstly, the furniture attracted the attention of Moderno Company and Moderno Company decided to open an atelier together with Square Metal designers. A part of the atelier behind Elmadag was given to Square Metal but another atelier was established in Sisli when this part, whose main function is wood atelier, would be dangerous[21]. The architect of the period, Sedad Hakkı Eldem wanted to use this metal furniture in the architecture of this new hotel which he started to build in Kilyos in Istanbul [22]. The success of Square Metal group was emphasized in Karakus Icon magazine (2007) [23] and as the sculptor didn’t see the design and furniture production out of his sight and making the furniture a part of creation understanding without making any differences, they became successful. Also, the reason why the sculptors behaved like this is the education that they had in Istanbul Fine Arts Academy and the revolutions in Paris. In the ideas that they got from their Paris experiences, there was an Andre Bloc and Escape Group effect which aims to relate constructivism and neo-plasticism to urbanism and social issues and thinks that these should be dealt with architecture, art and sculpture. In L'Architecture d'aujourd'hui magazine of Andre Block it was emphasized that there were the designs which were designed by Square Metal and this attracted the attention of Knoll Company and also Sadi Ozis went to Paris to see Knoll Company. But the company wanted detailed designs of Ozis and as Ozis couldn’t meet these requirements, he didn’t see the company.

Following Ilhan Koman’s visiting Bruxel World Fair in 1958 and moving to Sweden permanently and as Sadi Calik left the group, Sadi Odiz was alone in the atelier. Gevher Bozkur, who was Sadi Ozis’ friend from the academy, founded Galeria T in 1962 and he continued his design life [20]. Though Square Metal Gorup ended their studies, they became a forerunner in terms of furniture design in Turkey and they took their place in the history. Metal profiles and the furniture designed in the 1950s hold their originality today.

Table 1 was taken from Square Design website in which Karakus’s writing in Icon Magazine and Sadi Ozis’ designs from Square Metal period and metal profiles and different designs of Square Metal group in the years between 1950 and 1962 were included. Chosen furniture includes the period in which Square Metal group was founded and left.

**Table 1: Square Metal Furniture Identifies**

Furniture	Info	Furniture	Info	Furniture	Info
-----------	------	-----------	------	-----------	------

	<b>ProductionYear:</b> The beginning of 1950s <b>Material:</b> Metal profile and fabric.		<b>Production Year:</b> 1959 <b>Material:</b> Metal profile and fabric.		<b>Production Year:</b> the end of 1950w <b>Malzeme:</b> Metal Profile and Fabric
	<b>ProductionYear:</b> The beginning of 1950s <b>Material:</b> Metal Profile		<b>Production Year:</b> 1959 <b>Material:</b> Glass, Metal profile		<b>Production Year:</b> The end of 1950s <b>Malzeme:</b> Metal profile, Matting
	<b>Production Year:</b> The beginning of the 1950s <b>Malzeme:</b> Metal Profile and Fabric		<b>Production Year:</b> 1959 <b>Material:</b> Metal profile		<b>Production Year:</b> The end of 1950s <b>Material:</b> Ventilating Grill, Water tube
	<b>Production Year:</b> 1953 <b>Material:</b> Construction iron, Electrical wire		<b>Production Year:</b> 1959 <b>Material:</b> Construction iron, automobile pneumatic tire		<b>Production Year:</b> The end of the 1950s <b>Material:</b> Ventilating grill, metal profile
	<b>Production Year:</b> 1954 <b>Material:</b> Metal profil, case		<b>Production Year:</b> 1959 <b>Material:</b> Metal profile		<b>Production Year:</b> 1961 <b>Material:</b> Ventilating grill, metal profile

#### 4. Results

Materials and production techniques which were obtained during the Second World War gave insight to the furniture design all over the world. So, modern furniture and its movements appeared. Turkey, which experienced modernity in all stages, was affected from this transition. Turkey, which didn't attend the Second World War and was a developing country, experienced the difficulties that the war brought. While the designers in the world were making use of the new technology, modern movement was tried to be obtained with the imitation of western furniture.

Square Metal, which appeared in this period and gained success with its difference, opened a new phase in Turkey. By combining industrial materials with traditional methods, they produced modern furniture. Also, they provided ergonomics by making patterns in a different way and they also thought about aesthetics. This can be explained through their education in Paris, designing understandings and use of furniture production effectively.

Square Metal group, who is comprised of Sadi Ozis, Ilhan Koman and Sadi Calik, was abandoned at the end of 1950s and Sadi Ozis continued to produce furniture by forming a new group without making any concessions.

Square Metal group, which was really important in a period, took a significant place in Turkey and became a forerunner to do successful things. Though economic difficulties and the Second World War prevented them from being successful, it is really important for them to be an example for future generations.

The successes of Square Metal Group in furniture design and sculpture set an example for industrial design and interior design students.

## References

- [1-6-8] Ozbayraktar, M. (1996), "A comparative analysis on the 20<sup>th</sup> century Furniture Design and Architecture", Karadeniz Technical University, Interior Design Department, Postgraduate Thesis, Trabzon, 1996.
- [2] Küçükerman, Ö.,(1996), "Creativity in Designing products for Industry", YEM Publication, İstanbul
- [3] URL-1, <http://karredesign.net/kare-metal-history/>,02.01.2015.
- [3]URL-2, <http://www.otimsan.com/haberContent/ilhan-koman-kare-metal/>,02.01.2015.
- [4-20] Kucukerman O., (1996), "Turkish Art in 1970", Interior Design in Turkey and Interior Designers, Ada Offset Printing, p. 31-34, İstanbul.
- [5-7-9-11-14] Cobanoğlu C., (2011), "General overview of furniture design after the Second World War: Finland Example (1945-1960)", Postgraduate Thesis, Physical Sciences Institute, Interior Design Department, İstanbul Technical University.
- [10-17-19-22] Canoğlu, S., (2012), "The Development of Furniture Design in Turkey: An Analysis on Prominent Furniture Designers", Postgraduate Thesis.
- [10] Fiell Charlotte and Peter. Modern Furniture Classics since 1945. London: Thames and Hudson, 1991.
- [12] Hasol, D., (2008). Encyclopaedical Designing Dictionary, Yem Publishing, İstanbul.
- [13] Ayanoğlu, N., (2010), "Reflection of Technological Developments in buildings, interior places, furniture and their elements and changed designing criteria to the Place", Postgraduate Thesis, Social Sciences Institute, Interior Design and Environmental Design Department, Hacettepe University.
- [15] Velvet p., (1972), Louis Philippe, Style Meubles Decors, Paris.
- [16-18] Erdem T., (2007), "General Overview of Furniture History and Art Deco", Postgraduate Thesis, Physical Sciences Institute, Interior and Environmental Design Department, İstanbul Culture University.
- [21-24] Kucukerman O., (1995), "Metal-Sculpture Furniture", Art Decor Magazine 32: 138-142.
- [23] Karakus G., (2007), "Square Metal", Icon Magazine 12: 108-11, "Early Modernists", Icon Magazine 10: 120-1

## Geçmişten Günümüze Uzanan Geleneksel Ve Modern Camilerin Mekansal Kurgularının, Tasarım Konseptlerinin Ve Estetik Arayışlarının Değerlendirilmesi Ve Cami Örneklerinin Analizi

Ş.Ebru OKUYUCU<sup>a</sup>, Mehmet SARIKAHYA<sup>b</sup>, Necmi KAHRAMAN

<sup>a</sup>Ş.Ebru OKUYUCU, Afyon Kocatepe Üniversitesi, ANS Kampüsü, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Afyon 03200, Türkiye

<sup>b</sup>Mehmet SARIKAHYA, Afyon Kocatepe Üniversitesi, ANS Kampüsü, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Afyon 03200, Türkiye

### Abstract

Cami, İslam toplumunda merkezi bir rol oynamıştır. Hz. Peygamber, hicretten sonra vardığı Medine (Yesrib) de ilk iş olarak bir cami inşa ettirmiştir, böylece o, İslami kurumları oluşturmaya camiden başlamıştır. Bunun içindir ki tarih boyunca cami, İslam müesseseleri için her zaman önemli bir kaynak olarak yerini muhafaza etmiştir. Camiler; müslümanların birincil amaç olarak ibadet etmek için toplandıkları, bireysel ve toplu halde ibadet etmeye uygun, dini eğitim aldıkları, bir sosyo-kültürel öge olarak da toplum hayatının sürdürüldüğü mekanlardır. Her zaman insanların kullanım alanı olarak karşımıza çıkan camiler, bu fonksiyonların sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için yapının gerekli unsurlarının kullanıcı özelliklerine uyması ve rahat kullanılabilir olması gerekmektedir. Camilerin fonksiyonel olmasının yanı sıra kullanıcıların estetik arayışlarına cevap verebilen nitelikte olması ve tasarım konseptine sahip olması camilerde aranan mimari özellikler arasındadır. Mimarlıkta değerlendirme ölçütleri, “sağlamlık”, “kullanışlılık” ve “estetik” kavramlarına dayanmaktadır. Aydınli’ya göre sağlamlık ve kullanışlılık kavramları öğretilen mantık ve bilimsel bilgi çerçevesinde denetlenebilen durumlar ortaya koymaktadır. Değerlendirmede sayısal veriler elde etmek mümkündür. Kullanışlılık ve sağlamlık insanın maddi ihtiyaçlarını karşılar yapı ya da bina ortaya çıkar. Fakat bir binanın mimari yapıt olabilmesi için aynı zamanda “estetik” değerlere sahip olması; izleyenin ve kullanıcının psikolojik ve sosyo-kültürel ihtiyaçlarını da karşılaması gerekmektedir. Bu bağlamda çalışmada; camilerin tarihten günümüze uzanan mimari kurguları değerlendirilerek; camilerin dış mekan nitel özelliklerinin ve iç mekan plan şemalarının analizleri tablolaştırılmıştır. Toplam 6 cami, “Geleneksel ve Modern” olarak iki grup altında değerlendirilmiştir. Tarihi nitelikteki camiler, “Geleneksel Yaklaşım” ve gelenekselin dışında kendi tarzı ve estetiğinde modern malzeme ve teknikten yararlanılarak yapılmış farklı olma çabası ile ortaya çıkan yapılar ise “Modern Yaklaşım” olarak tanımlanmıştır. Mekan kurgularına ve nitel özelliklerine göre tablolaştırılan camilerden yola çıkarak; modern ve geleneksel başlıkları altında seçilen örnek camilerin analizleri yapılmıştır. Camide bulunan mimari öğeler gruplandırılmış ve bu öğeler malzeme, biçim ve estetik yönüyle ele alınmıştır. Camilerin tasarım konseptleri analizi; iç mekan ve dış mekandaki donatıların malzemeleri, biçimleri bağlamında, mekan kurgusu analizi; örtü sistemi, plan düzenlemesi bağlamında, iç mekan tasarımının estetik anlayış analizi ise; temel tasarım ilkeleri bağlamında yapılmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda; geleneksel camilerle modern camiler arasındaki fiziksel uygunluk, tasarım konseptleri, mekansal kurguları, ergonomi, estetik anlayışı ve psikolojik algı açısından farklılıklar ve benzerlikler ortaya koyulmuş ve öneriler sunulmuştur.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Anahtar Kelimeler:* Cami, Cami İç Mekan Tasarımı, Geleneksel Cami, Modern Cami

## 1.Giriş

Camiler; müslümanların birincil amaç olarak ibadet etmek için toplandıkları, bireysel ve toplu halde ibadet etmeye uygun, dini eğitim aldıkları, bir sosyo-kültürel öge olarak da toplum hayatının yaşandığı mekanlardır. Her daim insanların kullanım alanı olarak karşımıza çıkan camiler, bu fonksiyonların sağlıklı bir şekilde icra edilebilmesi için yapının gerekli unsurlarının kullanıcı özelliklerine uyması ve rahat kullanılabilir olması gerekmektedir. Camiler; tarihi nitelik taşıyan ve Düzenli'ye (2009) göre; taş, toprak ve ahşap gibi geleneksel malzeme olarak tanımlanan malzemelerden yapılan "geleneksel camiler" ve gelenekselin dışında kendi tarzı ve estetiğinde modern malzeme ve teknikten yararlanılarak ve betonarme, çelik gibi çağdaş malzemelerden yapılmış olan "modern camiler" olarak gruplandırılmıştır. Çalışmada; modern ve geleneksel olarak gruplandırılan 6 adet cami, mekan kurgusuna, iç mekan donatılarına, kullanılan malzemeye ve estetik algısına göre analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında değerlendirilen geleneksel cami örnekleri, sadece Osmanlı döneminde ve batılılaşma döneminde yapılan camilerden ve modern cami örnekleri ise, günümüz camilerinden seçilerek mekan kurguları değerlendirilmiştir. Camilerin iç mekan donatılarından mihrap ve minberin biçimsel özellikleri analiz edilirken, dış mekan donatılarından sadece minarenin biçimsel özellikleri analiz edilmiştir.

### *Cami Elemanları ve Biçimsel Özellikleri*

İnanan kişilerin namaz kılmak için camiye çağrılması (ezan), ezan okunması için gerekli yüksek bir yer (minare), namaz kılmaya gelenlerin abdest alıp temizlenebilmelerini sağlayacak olan çeşmeler (şadırvan), namaz kılanların saflar halinde dizilebilecekleri yeterli büyüklükte açık ya da kapalı bir mekân, imamın cemaatin önünde durabileceği kendine özgü bir yer (mihrap), çeşitli konularda konuşmaların yapılabileceği bir yükselti (minber) gibi işlevsel zorunluluklar cami mekânını biçimlendiren temel veriler olmuştur (Ödekan, 2000). Türk Mimarisinde orta ölçekli bir caminin gelenekselleşmiş kısımlarını ve bunların cami içindeki yaklaşık yerlerini şöylece göstermek mümkündür:

**Mihrap:** Camilerin kible duvarında bulunan ve imamın namaz kıldırırken durması için ayrılmış girintili kısma denir. Mihrap - yapı ilişkisi açısından üzerinde durulması gereken bir başka nokta, mihrabın duvarın dış veya iç yüzünde çıkıntı oluşturmasıdır ki, bu da mihrabın biçimi ve malzemesiyle ilgilidir. Derin mihraplar, duvar kütlelerinde dışa çıkıntılıdır. İçten çıkıntılı mihraplar ise, alçı ve çini gibi esas duvardan değişik bir malzemenin kullanıldığı örneklerdir. Mihrabı kesme taş olan yapılarda, iç duvar da aynı malzemeyle kaplı olduğundan, duvar yüzeyi kesintisiz devam etmektedir. Anadolu'da özellikle anıtsal mimaride ana malzeme olan taşın mihraplarda da kullanılmış olması doğaldır. Kesme taştan sonra, mihraplarda en sık rastlanan malzeme çini mozayik olmuştur. Biçim ve taşıdığı öğeler açısından incelendiğinde, Anadolu'daki mihrapların büyük çoğunluğunun dikdörtgen bir çerçeveye sınırlandığı anlaşılmaktadır. Köşelik, alınlık ve kenar şeritleriyle bezenmiş olan bu mihrapların içinde dikdörtgen çokgen veya yarım daire planlılar, mukarnaslı kavsaralı, fakat kemersiz olanlar en büyük grubu oluşturmaktadır. İkinci grup, sütuncuklar üzerine oturan kemerli mihrap tipidir. Kemerler çeşitli biçimlerde olabilmektedir. Yarım daire, basık sivri, pençe veya dilimli kemerlerle çerçevelenen mihrap nişi çoğunlukla mukarnaslı kavsarayla örtülüdür. Mihraplarda, malzeme taş, alçı, çini ya da ahşap olup, belirli bir süsleme programı uygulanmıştır; geometrik ve bitkisel kompozisyonlarla, yazı şeritleri ve mukarnaslar belirli alanları kaplamakta; geometrik ve bitkisel motifler, bazen mukarnaslar ve yazılar nişleri çerçevelleyen kenar şeritlerini nöbetleşe süslemekte; kitabeli yazı şeritleri köşelik tablasında veya kavsara ile nişin alt bölümünü ayıran alanda yer almaktadır. (Günsel, 1977).

**Sahn:** Camilerde ibadet için ayrılmış bölümdür.

**Harem:** Osmanlı camilerinde ortasında genellikle şadırvan bulunan iç avluya denir

**Harim:** Osmanlı camilerini çevredeki evlerden ve sokaklardan ayıran duvarlarla çevrili dış avludur.

**Revak:** Üstü örtülü, önü açık galeri ya da kemer altlarına denir.

**Şadırvan:** Ortasında yüksekçe bir yerden şarlıtı ile bol su akan havuz veya çevresi musluklu duvarlarla çevrilmiş abdest alma yapısıdır.

**Minber:** Camilerde hatibin yarısına kadar çıkıp hutbe okuduğu, merdiveni ve üstü külahlı bir sahanlı olan cami elemanıdır. İlk minber örneklerinin çoğunun ahşap malzemeyle inşa edildikleri görülmektedir. İlk minber örneklerinin cami içindeki konumu gelince bu mimari elemanın üslendiği fonksiyon ve misyonun da gereği olarak mihrabın sağında ve kible duvarı önünde yer aldığı görülmektedir. Minberin İslam inancında, kültür ve geleneğinde çok önemli bir yeri vardır. Çok açık bir gerçektir ki, erken dönem İslam cami mimarisinde minber, ibadetin ötesine geçen bir fonksiyon ve misyona sahiptir.

**Hünkar Mahfili:** Osmanlı camilerinde padişahların namaz kılmaları için ayrılmış özel kapısı ve merdiveni olan parmaklıklı yüksekçe yere denir.

**Müezzin Mahfili:** Namaz esnasında, müezzinlerin imamın tekbirlerini arka saflara işittirmek için tekrarladıkları yere denir.

Kadınlar Mahfili: Kadınların namaz kılmaları için ayrılmış genellikle caminin üst katında bulunan bölüme denir.

Minare: Camilerde müezzinin çıkıp ezan okuduğu yüksek ve ince yapılı kulelere denir. İlk minarelerin kilise çan kulelerinden esinlendiği ya da deniz fenerleri ve benzeri kuleler örnek alınarak yapılmış oldukları düşünülmektedir. Fakat, ilk ilham kaynağı neresi olursa olsun, ezanı daha fazla kişiye ve daha uzağa duyurmanın en akılcı yolu olarak şekillenen minare elemanının, İslam Dünyasının her yanında aynı biçimsel özellikleri göstermediği bilinmektedir (Diez, 1960). Klasik Osmanlı döneminde camilerin dikey olarak kademelenmesinde minareler ağırlık kuleleriyle uyumlu bir şekilde yapılmış, ana kütledeki kademelenme ile minare şerefelerinin sıra halinde yükselişi tam bir uyum sağlamıştır. Cami kütledeki bu dikey kademelenmenin minarelerle ve ağırlık kuleleriyle de uyum sağladığı görülmektedir. Ana mekan külesinin genelde yukarıya doğru daralması, minare formunda da kaide, pabuç, gövde, külah sırasına göre aynen yansır. Klasik Osmanlı mimarisinde minare ile yapının büyüklüğü ve yüksekliği arasındaki oran iyi düşünülmüş, bu mimari unsur asıl binayı ezecek yerde onu kuşatan daha yüksek bir bina düşüncesini oluşturmuştur (Ülgen, 1993).

### *1.2. Geleneksel Cami Mekan Kurgusunun Gelişimi*

Çalışma kapsamında tüm camilerin tarihi süreci irdelenemeyeceği için sadece Osmanlı döneminden cami örnekleri ele alınmıştır. Klasik dönem camilerinde merkezi kubbe bütün iç mimariye hâkim elemandır. Camilerdeki diğer ibadet alanı ile ilgili ibadet mahfilleri, hünkâr mahfili, müezzin mahfili vb. unsurlar kubbenin bu monümental karakterini bozmayacak şekilde yanlarda veya caminin arka duvarı kenarında yer almaktadırlar. Camilerde ibadet mahfilleri, camilerin ibadet edebilme kapasitesi arttırmak amacıyla düşünülmüştür (Akok, 1962). Osmanlı mimarisinde erken devirde öncelik verilen cami tipi zaviyeli camilerdir. Daha sonra tek ve büyük bir mekan elde etme düşüncesi hakim olmuş, kubbe ile örtülü mekanda giderek kubbe çapının büyütülmesiyle ve bunu destekleyen yardımcı birimlerin eklenmesiyle cami plan şeması büyük bir gelişme göstermiştir. Merkezi planlı şema ile kubbe altında toplanmak amaçlanmıştır. (Kuban, 1958). Kubbe önceki dönemlerdeki uygulamaları gibi en önemli öğedir. İç mekânın bir büyük kubbe altında toplanması bir yönüyle tevhidî, bir yönüyle de Osmanlı Devletinin merkezi yapısını simgelemektedir. Ayrıca merkezi planın sağlamış olduğu mekan bütünlüğü ile caminin yükselmesi sağlanmıştır. Merkezi planlı camilerin en başarılı örnekleri Klasik Osmanlı mimarisi döneminde verilmiş olup, en önemli rolü Mimar Sinan oynamıştır. Osmanlı Mimarisinin büyük camilerinde tek kubbenin yetersiz kaldığı durumlarda temel birim kubbe yardımcı elemanlarıyla yani yarım kubbelerle desteklenerek cami iç mekânı büyütülmüştür. (Kuran, 1987). Yüzyıllarca cami plan şeması gelişme göstermiş, Osmanlı, Klasik devrinde hem plan hem mimarî özellikler bakımından en ileri seviyeye ulaşmıştır. Merkezi kubbeli, revaklı iç avlu ve dış avlulu, iç mekân ve dış mekân bütünlüğünün sağlandığı, sadeliğin hiç bir zaman göz ardı edilmediği, heybetli, bunun yanında tevazusunu her zaman korumuş bir cami mimarisi karşımıza çıkmaktadır. 18. yy'a kadar cami plan şemasında geleneksel örgütlenmeyle sağlanan gelişme, bu yüzyılda herhangi bir aşama katedememiş, Fransa basta olmak üzere batı ile olan yakınlık ve benimsenen yeni tarz klasik Osmanlı camileri üzerine eklenti olarak uygulanmıştır. Türk Baroğu olarak adlandırılmış bu dönemde, Avrupa rokoko ve barok sanatları Avrupalı sanatçılar tarafından mimariye uygulanmıştır. Akant yaprakları, deniz tarağı motifleri, kartuşlar ve başka bir çok yeni motif klasik Osmanlı mimarisi bezemelerinin yerine kullanılmış ve bir daha klasik detaylara dönüşmemiştir. Bu yapılacak değişim sonunda mukarnaslı, ya da baklavalı başlıklar, sivri kemerler, düz çizgiler yerlerini batılı biçimlere terk etmişlerdir. Camilerde mekân genişlik vermek için iki yana galeriler yapılmış ve mihrab hücre şeklinde dışa taşkın bir hal almıştır. Bu yüzyılın en büyük değişikliği ibadet mekânı dışında, kuzey cephesidir. Son cemaat yeri, minareler ve hünkâr mahfili kuzey cepheye bütünleştirilmiş, 19. yy sonuna kadar bu şema sürekli gelişme göstermiştir. Ayrıca yüzeylerde pencere boyutlarındaki oynamalarla, yuvarlak, oval yeni pencere formları ile, batıdan alınmış süslemelerle, cepheler parçalı bir hale gelmiş, kubbe kasağı yüksek tutulmuş, ince köse kuleleri yapılmış, minareler inceltilmiş, her aşamada daha yüksek bir his verilmek istenmiştir. Cami girişlerindeki yüksek merdivenler de anıtsallık etkisiyle yapılmıştır. Yüzyılın sonlarında ise revaklı, şadırvanlı, dörtgen avludan vazgeçilmeye başlanmış, daha çok bahçe tipi avlular tercih edilmiştir (İnci, 1985).

## **2. Geleneksel Cami Örnekleri**

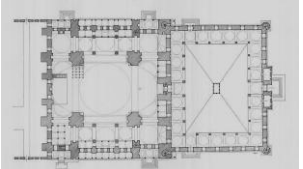





Camilerin tasarım konseptleri analizi; iç mekân ve dış mekândaki donatıların malzemeleri, biçimleri bağlamında, mekân kurgusu analizi; örtü sistemi, plan düzenlemesi bağlamında, iç mekân tasarımının estetik anlayış analizi ise; temel tasarım ilkeleri bağlamında yapılarak analiz edilmiştir. Geleneksel cami örnekleri olarak "Süleymaniye Cami", "Nuru Osmaniye Cami" ve "Ortaköy Cami" seçilmiştir. Süleymaniye Cami'nin seçilme nedeni; Mimar Sinan'ın inşa ettiği ilk kez iki yarım kubbeli plana sahip olmasıdır. Sinan bu yapısını "Kalfalık Eseri" olarak tanımlamaktadır. Nuru Osmaniye Cami'nin seçilme nedeni; caminin Barok ve Rokoko

sanatının etkilerini gösteren ilk büyük eser olmasıdır. Otaköy Cami'nin seçilme nedeni; parçalı bir hale dönüştürülmüş cephe vurgusu ve barok ve ampir üsluplarında yapılmış olmasıdır. Plan şeması bağlamında üç caminin mekan kurgularının, cephe düzenlerinin ve estetik algısına katkı sağlayan süsleme unsurlarının ve mimari tarzlarının birbirinden farklı olması seçilme nedenleri arasındadır.

### 2.1.Süleymaniye Cami

Mimarbaşı Sinan, 1550-1557 yılları arasında Kanuni Sultan Süleyman'ın kendi adına inşa ettirdiği Süleymaniye Camisi'nde ise sultanın gücünü de simgeleyecek nitelikte büyük boyutlu bir cami tasarlamıştır. Mimar Sinan, Sehzade ve diğer yapılarının ardından Süleymaniye Camisi ile tekrar iki yarım kubbeli plan semasına dönmektedir. Ortada bir kubbe, iki yanda yarım kubbeler, yanlarda değişik boyutlarda küçük kubbelerden oluşan caminin, geçmiş özümlemeleri de içerdiği görülmektedir. Ölçü itibariyle Ayasofya'ya yaklaşan Süleymaniye'de, kendi çağının teknolojisini kullanarak daha güçlü bir iç mekân etkisi yaratmayı başarmıştır. Aynı zamanda iç mekan ile dış kitle etkisi birlikte düşünülmüştür (Özer, 1987). Sinan'ın "kalfalık eserim" dediği Süleymaniye'de büyük kubbe, dört büyük taşıyıcı ayak üzerine oturarak giriş ve mihrap yönünde iki yarım kubbe ile desteklenmiş, yarım kubbeler de iki çeyrek kubbe ile genişletilmiştir. Yan bölümler de beşer kubbe ile örtülmüş, ancak birbirine eşit kubbelerin monotonluğu yerine bir büyük bir küçük kubbe (a-b-a-b-a) ritmi ile değişik bir etki yaratılmıştır. Dolayısıyla ortada kalan kubbe, köşelerdeki kubbelerle aynı genişlikte tutularak yan bölümler iç mekanla birleştirilmiştir. Sonuç olarak iç mekânda mistik bir ferahlık ve genişlik etkisi yaratılmıştır (Çamlıbel, 1998). Benzer biçimde anıtsal avlu organik olarak yapıya bağlanan minarelerle 183er şey bir bütünlük duygusu içinde ele alınmıştır. Strüktürde minareler ile bütünlüşmede piramidal görünüm en iyi şekilde sağlanmıştır. Dört minarenin, ikisi avlu köşesinde birer şerefeli, ikisi cami kütesi köşesinde üçer şerefelidir. Caminin iç mekan yapısı dış görünüşte bütün incelikleriyle yansıtılmıştır (Aslanapa, 1986).

Tablo 1. Süleymaniye Cami Analizi

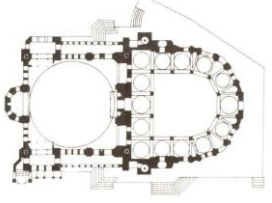







SÜLEYMANİYE CAMİİ (1557)		MALZEME	
PLAN ŞEMASI (KARE)		İÇ MEKAN	
		MİHRAP (MERMER)	MİNBER (MERMER)
		<b>İŞLEV</b>  AVLULU,4 MİNARELİ,REVAKLI TEK KUBBE,KARE HACİM	
KUBBE (KURŞUN KAPLI)	MİNARE (TAŞ)		
			
ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ,SÜSLEME)			
TEMEL TASARIM İLKELERİ RİTM, KUBBE SİMETRİ, MİNARE TEKRAR, MİHRAP, MİNARE			

<p><b>SÜSLEME</b>  <b>KUBBE MERKEZİNDEKİ NUR SURESİ HAT ESERİ,</b>  <b>KALEM İŞİ,</b>  <b>VİTRAY,</b>  <b>ÇİÇEK MOTİFLİ ÇİNİ</b></p>		
--	---	---

## 2.2. Nur-u Osmaniye Cami

1748-1755 yılları arasında yapılan cami Lale Devri eserlerindedir. cami Barok ve Rokoko sanatının etkilerini gösteren ilk büyük eserdir. Caminin 27.75 metre çapındaki kubbesi dört büyük kemere oturur. Mihrap kısmı kütlenin dışına doğru yarım kubbeyle örtülü küçük bir çıkıntı yapar (Şekil 4.25). Mihrap, minber ve silmeleri Barok üslupta oldukça sanatkarane bir üslupla yapılmış olan caminin yazıları da dönemin tanınmış hattatlarına aittir (Öz, 1997). Süslemenin bolluğu göze çarpmaktadır. Deniz kabukları, dalgalı yay kemerler, çeşitli biçimlerdeki sütun başlıkları ve ağırlık kuleleri Türk Barok üslubunun ilk örneklerindedir. Dalgalı yay kemerler, deniz kabukları, kenger/ akanthus yaprakları sıklıkla kullanılan motifler olmuşken kemer biçimleri “S” ve “C” kıvrımları dışında, duvarlardaki yön değiştirmeler, ara kesitlere konan plastırların asimetrik düzenleri sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Mihrap kısmı, Osmanlı cami mimarisinde alışık olunmadığı tarzda, dışa doğru çıkıntı yapan, alçak ve küçük bir yarım kubbeyle örtülü olan poligonol bir plana sahiptir. Revaklı avlunun cami ile birleştiği iki noktada barok taş külahlı, ikişer şerefeli iki minare yükselmektedir. Caminin mihrap iç mekan kurgusu, geleneksel ve tek kubbeli camilerden farklı; orta kubbeyle göre alçak ve galeriler şeklinde değildir. Harimi çepeçevre dolaşan galeriler, duvarda açılan ve yüksekte dolaşan sürekli localar halindedir. Bunların altındaki revaklar da diğer camilere göre ana hacmin içine taşmaktadır.

Tablo 2. Nur-u Osmaniye Cami Analizi

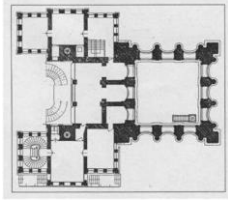





<b>NUR-U OSMANİYE CAMİİ (1755)</b>		<b>MALZEME</b>	
<b>PLAN ŞEMASI (OVAL)</b>		<b>İÇ MEKAN</b>	
		<b>MİHRAP (MERMER)</b>	<b>MİNBER (MERMER)</b>
			
<b>İŞLEV</b>	 <p><b>AVLULU,2 MİNARELİ,REVAKLI</b></p>	<b>DIŞ MEKAN</b>	
		<b>KUBBE</b>	<b>MINARE</b>
			
<b>ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ,SÜSLEME)</b>			
<p><b>TEMEL TASARIM İLKELERİ</b>  <b>RİTM, KUBBE,</b>  <b>ZİTLİK</b>  <b>TEKRAR, MİHRAP,</b></p>	<p><b>SÜSLEME</b>  <b>HAT YAZILARI</b>  <b>ÜÇ BOYUTLU BEZEME</b>  <b>BAROK</b></p>		



### 2.3. Ortaköy Cami

Cami ana mekanı kare plânlı olup, üzeri kubbe ile örtülüdür. Beden duvarları askı kemerlerine kadar devam ederek, köşe ayaklarına oturur. Cephelerde bulunan yivli yuvarlak ayaklar içten de hissedilir. Pandantifler askı kemerleri boyunca alçalarak köşe ayakları üzerinde bulunan contre-poid kulelerine bağlanır. Caminin taş dış cepheleri barok tarzda oyma ve kabartmalarla süslüdür. Büyük pencerelerin aydınlattığı iç mekan kalem işi, ştuk, alçı profiller ve altın varak süslemeler ile zenginleştirilmiştir. Yine bu mekanda somaki mihrap, minber ve kürsü bulunmaktadır. İnce ve zarif minareleriyle tanınan cami, karışık usluapta inşa edilmiştir. Tek kubbeli olup, kubbeden kare plana geçişte, istinad kemerlerinin birleştiği köşelerle kubbe arasındaki pandantiflerin dış yüzleri kurşunla örtülüdür. Ortaköy Cami'nde 19. yüzyıl sultan camilerinin hepsinde olduğu gibi iki bölümden oluşmuştur. Asıl ibadet mekanı olan harim bölümü ile girişin önünde yer alan hünkar kasrından oluşmaktadır. Her iki bölüm, batıdaki hünkar girişi dışında simetrikdir, ve birbirleriyle eşit ölçüde tasarlanmıştır (Batur, 1985).

Tablo 3. Ortaköy Cami Analizi

ORTAKÖY CAMİİ (1853)		MALZEME	
PLAN ŞEMASI (PARÇALI)		İÇ MEKAN	
		MİHRAP (MERMER)	MİNBER (MERMER)
		 <p><b>AVLULU, MİNARELİ, REVAKLI</b> <b>TEK KUBBE, KARE HACİM</b></p>	
DIŞ MEKAN			
<p><b>İŞLEV</b></p>		KUBBE (KURŞUN KAPLI)	MİNARE (TAŞ)
			
ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ, SÜSLEME)			
TEMEL TASARIM İLKELERİ	SÜSLEME		
<p><b>RİTM, KUBBE</b></p> <p><b>SİMETRİ,</b></p> <p><b>TEKRAR,</b></p> <p><b>MİHRAP, MİNARE</b></p> <p><b>BİRLİK</b></p>	<p><b>TEZYİNAT</b></p> <p><b>ŞEREFİ ALTI</b></p> <p><b>AKANT YAPRAĞI</b></p> <p><b>ALTIN KAPLI</b></p> <p><b>GEOMETRİK</b></p> <p><b>ZİNCİR MOTİFLİ</b></p> <p><b>BORDÜR</b></p>		

### 3. Modern Camiler

Modern cami tasarım örnekleri, mimari özellikleri açısından farklı tipolojiler göstermektedir. Modern cami yaklaşımının ana prensibi gelenekselin dışında kendi tarzı ve estetiğinde yapılmış olma ilkesine dayanmaktadır. Bu nedenle sadece teknolojinin getirdiği çağdaş malzeme kullanımının modernliği yeterli olmayıp, tasarımda da modernlik aranmaktadır. Türkiye'de son 50 yıl içerisinde inşa edilen camilerin niteliği, çağdaş Türk mimarisinin en önemli sorunlarından birini oluşturmakta, geçmiş yüzyılların mimari üsluplarına öykünme bu dönemin ürünü olan yetmiş bini aşkın caminin ortak özelliği olarak ön plana çıkmaktadır. 1960'lardan itibaren başta İstanbul olmak üzere Anadolu'nun çeşitli kentlerinde çağdaş cami tasarımının ilk özgün örneklerinin inşa edildiği bilinmekle birlikte, ne yazık ki, araştırmalar bu camilerin sayısının Türkiye genelinde yüze ulaşmadığını göstermektedir. Bilindiği üzere ilk camiler kubbeli yapılar değildir. Cami mimarisinin değişmezleri ibadet edilecek yönü belirleyecek bir mihrap, vaaz için minber ve vaaz kürsüsü ve son olarak insanlara namaz vaktini

bildirmek için minarenden ibarettir. Kubbe, temelde sembolik değil, işlevsel bir mimari unsurdur. Endüstri Devrimi öncesinde geniş bir mekanı örtmenin en elverişli yolu olarak tarih boyunca kullanılmıştır. 19. yüzyılın ardından, çelik ve betonarmenin gelişmesi ile işlevi büyük ölçüde sona ermiştir. Kubbe, kendisine yüklenen sembolik anlam ve günümüz yapıcılar eliyle, 20. yüzyıl cami mimarisinin “vazgeçilmez” unsuru haline getirilmiştir. İslam dininin ilk camileri ile günümüz camileri arasında benzerlikler azdır. İlk dönemlerden bugüne cami mimarisi sürekli gelişim göstermiş, İslam dininin yayıldığı farklı coğrafyaların özelliklerine bağlı olarak birbirinden çok farklı görünlere ulaşmıştır. Dolayısıyla, cami mimarisi değişmez unsurlardan oluşan bir kavram olmadığı gibi, formalist beklentiler de içermez. Geçmişte hiçbir cami bir diğerrinin kopyası değildir ve inşa edilen her yeni camide mutlaka bir yenilik, yeni bir üslup, teknolojik gelişme izlenmektedir.

Bu camileri mimari niteliklerine göre üç ana başlıkta incelemek olasıdır:

- a. Eğrisel üst örtülü camiler
- b. Kırık plak/piramidal üst örtülü camiler
- c. Biçim ve kütle denemeleri

**Eğrisel Üst Örtülü Camiler:** Tespit edilebilen çağdaş camiler içerisinde en kalabalık grubu eğrisel üst örtülü camiler oluşturmaktadır. Bunun nedeni mimarların ve mimarlardan daha çok halkın kubbeli caminin makbul olduğu düşüncesinden kurtulamamasıdır. Mimarlarla yapılan görüşmelerde, işverenin caminin kubbeli olması yönündeki yoğun talep ve baskısı sıklıkla dile getirilmiştir. İşverenin bu tutumu karşısında mimarların iki yol izlediği görülmektedir. Bunlardan ilki, Osmanlı dönemi camilerinden hoşça giden bir veya birkaç örneğin seçilerek betonarme teknolojisi ile yeniden inşa edilmesi, diğeri ise tasarımda bir kubbeye yer vermekle beraber, yapıya çağdaş yorumlar katmaya yönelmektir. Oldukça güç olan ikinci yaklaşımın her zaman estetik sonuçlar doğurduğunu söylemek olası değildir. Ustaca çözümlerle kubbe mimarisine 20. yüzyılın damgasının vurulduğu örnekler de vardır.








**Kırık Plak/Piramidal Üst Örtülü Camiler:** Osmanlı mimarisinin merkezi mekan geleneğinin çağdaş yorumunu içeren örneklerin yer aldığı bu grubu, kırık plak üst örtülü camiler oluşturmaktadır. Bu camiler, “Osmanlı camisi” imajından çok farklı bir görünüm sunarlarken, bir yandan da Klasik Osmanlı camilerindeki merkezi mekan anlayışını günümüze başarıyla taşıyan yapılarıdır.

**Biçim ve Kütle Denemeleri:** Kubbe veya kubbe etkisi uyandıran kırık plak üst örtü sistemini kullanmayan camiler bu grup içerisinde ele alınmıştır. Bu gruba dahil edilen ve çok tanınan bir diğerr cami ise Behruz ve Can Çinici'nin tasarımı olan, TBMM Camisi'dir (1989). Planı, uzun kenarı mihrap duvarına paralel bir dikdörtgen olan harim, betonarme kirişlerin mihraba doğru kademelenerek yükselmesiyle oluşturulmuş konik bir üst örtüye sahiptir (Eyüpgiller, 2006)

### 3.1. TBMM Meclis Cami

TBMM kompleksinin içinde yer alan Behruz Çinici ve Can Çinici tarafından tasarlanan bu cami, anıtsallıktan bilinçli bir şekilde kaçınan mütevazı bir yapıdır. Cami mimarisinde yeni bir tasarım önerilmektedir 1985'te başlanan cami, kuzey-güney doğrultusunda uzayan meclis kompleksine yerleşirken, kibleye yönelmek üzere 23 derece akstan saptırarak konumlandıkları yapı ile, alanda bir yönelme oku, hatta bir sirkülasyon dağılım noktası meydana getirmektedir (Çinici, 1999). Güney kuzey ekseninde uzanan cami üç ana kısımdan meydana gelmektedir. Bunlar güneydeki zemin kotunun altında yer alan bahçe, dikdörtgen biçimli harim ve kuzeyde yer alan yine üçgen biçimli ön avludur. Ön avlu üç taraftan revaklarla kuşatılmıştır. Minaresi olmayan camide ayrıca bir kitaplık bulunmaktadır. Harim kademeli bir piramitle örtülüdür Piramidi oluşturan kirişlerin arasından iç mekana doğal ışık alınmaktadır. Mihrap zemine gömülü ve içinde bir havuz bulunan bahçeye bakan tamamen şeffaf bir niştir. Cami, Erken İslam mimarisinden etkilenmiştir. Anıtsallıktan uzak bir biçimlenmeye sahip olan caminin minaresi bir selvi ağacıyla sembolize edilmiştir. Havuzlu bir bahçeye açılan kible duvarı bugünkü anlayışın aksine saydamdır. Güney yönündeki bu bahçe araştırmacılar tarafından cennet metaforu olarak nitelenen İslam bahçesine gönderme yapmaktadır (Çinici, 1999).








Tablo 4. TBMM Cami Analizi

TBMM CAMİ (1989)		MALZEME	
PLAN ŞEMASI (HAREKETLİ)		İÇ MEKAN	
		MİHRAP (CAM)	MİNBER (AHŞAP)
			
İŞLEV	 AVLULU ,MİNARESİZ, REVAKLI, PİRAMİDAL ÖRTÜ, ŞEFFAF CEPHE, SU ÖGESİ	DIŞ MEKAN	
		KUBBE	MİNARE (AĞAÇ)
	YOK		
<b>ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ,SÜSLEME)</b>			
TEMEL TASARIM İLKELERİ RİTM,PRAMİDAL ÖRTÜ TEKRAR, KOLONLAR BİRLİK, MEKAN ÖRTÜSÜ			

### 3.2. Yeşilvadi Cami

Yeşilvadi Cami 2010 yılında yapılmıştır, mimarı Adnan Kazmaoğlu'dur. Yeşilvadi Camii Analizi Yeşilvadi Camii biçimsel olarak, ibadet mekanında ilk defa uygulanan dairesel planı, plana bağlı olarak yüzeylerde oluşan eğrisellikler, kütesel olarak yarımküre formu, minarenin planda güneş saati oluşturmak istenmesiyle çok uzun olması ve simgeselliklerle dolu farklı şerefe ve külah dizaynı, iç mekanda mihrab ve minberde daha önce denenmiş olmakla birlikte gelenekselden farklı cam kullanımı, tezyinatta süsleme kullanılmayıp sadece altın yaldızlı hatlara yer vermesi, yine son yılların tercihi kufi hatların ağırlıklı kullanımı ile daha önce yapılmış olanın dışında bir tasarım gerçekleştirilmek istenen, bunun yanında form ne kadar farklılaşsa da kubbe, minare unsurunu kullanması ile de tarihe gönderme yapmaktan geri durulmayan bir camidir. Cami yapı bağlamında değerlendirildiğinde, yine çağının yaygın olan betonarme sistemi ile yapılmıştır. Malzeme bakımından ise tamamen mermer kaplıdır. Mermer kullanımı ile sade beyaz bir görünüm elde ederek modern bir çizgi oluşturma düşüncesi iç mekanda da sağlanmış, iç mekan elamanları ve detayları ayakkabılıklara kadar mermer yapılarak bütünlük sağlanmak istenmiştir. Tamamlayıcı malzeme olarak da cam kullanılmıştır. Camide dikkat çekici olan bir nokta da, bütün bu malzeme ve form arayışları yoğun bir simgesellik üzerine düşünülmüştür, caminin nerdeyse her detayında farklı dinsel yorumlamalar vardır. (Kazmaoğlu, 2003)









Tablo 5. Yeşilvadi Cami Analizi

YEŞİLVADİ CAMİ (2010)		MALZEME	
PLAN ŞEMASI (DAİRESEL)		İÇ MEKAN	
		<b>MİHRAP (CAM)</b>	<b>MİNBER (CAM)</b>
			
<b>İŞLEV</b>	 <b>AVLULU , KÜLLİYE NİTELİĞİNDE</b>	<b>DIŞ MEKAN</b>	
		<b>KUBBE</b>	<b>MİNARE (BETON+ÇELİK)</b>
		<b>YOK</b>	
<b>ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ,SÜSLEME)</b>			
<b>TEMEL TASARIM İLKELERİ</b>	<b>SÜSLEME</b>		
<b>RİTM,PRAMİDAL ÖRTÜ</b> <b>TEKRAR, KUBBE SÜSLEME</b> <b>BİRLİK, ÖRTÜSÜ</b>	<b>KUBBE TEZYİNATI</b> <b>ALTIN YALDIZLI HAT</b> <b>KUFİ YAZI</b>		

### 3.3. Şakirin Cami

Cami, 2010 yılında Hüsrev Tayla ve Zeynep Fadilloğlu tarafından tasarlanmıştır. Cami, ana kütesi dışarıdan bakıldığında kabuktan oluşturulmuş gibi gözükmetedir fakat ibadet mekanında kolon ve kirişlerle bu kabuğun sağlayacağı iç mekan bütünlüğü bozulmuştur. Cepheler alüminyum şebekelerle kapatılmış, iç mekanın kolon ve kirişlerle sınırlandırılan yüzeyi ile bu şebekeler arasında büyük ve fonksiyonu olmayan boşluklar oluşturulmuştur. Caminin kubbesi alüminyum kompozit levhalarla kaplanmıştır. Avlu revakları kemerli değildir. Revaklar kalın beton kiriş ve kolonların tekrarı ile oluşturulmuştur ve üst örtüsü tam kubbe değildir. Ayrıca bu revakların ortasına şadırvan yapılmamış, Londra'lı ünlü su heykeltıraşısı olan William Pye'e saydam bir kubbe olarak küçük bir havuz tasarlatılmıştır. Minareler son cemaat mahalli hizasında, ana küteden kopuk olarak caminin iki kenarında bulunmaktadır. Ayrıca minare, cami kütesine oranla ince yapılmıştır (Kuban, 2009). Mihrab, yeşil renkli dairesele bir oyuk görünümündedir. Oyuğun içi altın yaldızla boyanmıştır. Mihrab genişliği üç safi kapsayacak şekildedir ve cami hareminden bir kot yükseltilmiştir. Minber mihrabın sağında, mihrab gibi klasik minber formlarının dışında tasarlanmıştır. Fiber malzeme ile, dairesele hatlarda, devetüyü renginde yapılmış minber, oniki basamaklıdır.. Cephelerde cam yüzeyler tamamen altın yaldızlı dalgalı şekillerle kaplanmıştır. Cami içerisinde, kubbede kırmızı renk kullanılmıştır.

Tablo 6. Şakirin Cami Analizi

<b>ŞAKİRİN CAMİ (2010)</b>		<b>MALZEME</b>	
<b>PLAN ŞEMASI (KARE)</b>		<b>İÇ MEKAN</b>	
		<b>MİHRAP (FİBER)</b>	<b>MİNBER (FİBER)</b>
			
<b>İŞLEV</b>	 <b>AVLULU , REVAKLI , ŞADIRVAN YERİNE SÜS HAVUZU, İKİ MİNARELİ</b>	<b>DIŞ MEKAN</b>	
		<b>KUBBE (ALİMİNYUM KOMPOZİT LEVHA)</b>	<b>MİNARE (BETON)</b>
			
<b>ESTETİK (KOMPOZİSYON İLKELERİ,SÜSLEME)</b>			
<b>TEMEL TASARIM İLKELERİ</b>	<b>SÜSLEME</b>		
<b>TEKRAR, REVAK</b>	<b>CAMLAR ALTIN YALDIZLI BEZEME</b>		
<b>BİRLİK, MEKAN ÖRTÜSÜ</b>	<b>KÜFİ, SÜLÜS HAT</b>		
<b>SİMETRİ, MİNARE, AVLU KUBBESİ</b>	<b>KALEM İŞİ</b>		

### Değerlendirme ve Sonuç

Camilerin estetik algılarının analizi için; GSF öğrencilerinden ve öğretim elemanlarından seçilen 50 kişiye camilerin iç mekan, dış cephe, cami elemanları (mihrap,minber, minare) estetiği, süsleme ve cami anlayışına uygun tasarım anlayışıyla ilgili sorular, camilerin fotoğraf slaytları eşliğinde sorulmuştur. Sorulan sorulara en düşük 1 ve en yüksek 5 olmak üzere puan verilmesi istenmiştir.Elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

Tablo 7. Camilerin Estetik Algılarının Değerlendirilmesi

CAMİLER	DIŞ CEPHE	İÇ MEKAN	MİHRAP,MİNBER,MİNARE	CAMİ TASARIM ANLAYIŞI
SÜLEYMANİYE	4,88	4,84	4,66	4,82
NUR-U OSMANİYE	4,09	4,01	4,00	4,37
ORTAKÖY	4,09	4,19	4,21	3,84
TBMM	3,17	2,94	2,76	2,07
YEŞİLVADİ	3,94	3,37	3,19	2,98
ŞAKİRİN	3,56	3,39	3,39	2,80

Çalışma kapsamında seçilen camilerin plan şemaları, mekan kurguları, cami elemanlarının biçimsel özellikleri, iç mekan tasarımında kullanılan temel tasarım ilkeleri analiz edilerek tablolandırılmıştır. Camilerin mekansal özellikleriyle ilgili oluşturulan tablolardan çıkan sonuçlar şu şekildedir:

Tablo 8. Camilerin Genel Analizi

	CAMİ ADI	PLAN ŞEMA	MALZEME- SÜSLEME			TEMEL TASARIM İLKELERİ				
			Mihrap	Minber	Minare	Tekrar	Ritm	Simetri	Birlik	Zıtlık
GELENEKSEL	Süleymaniye	Kare	Mermer	Mermer	Taş	●	●	●	●	
			Kalem işi-Vitray-Çini-Hat			●	●	●	●	
	Nur-u Osmaniye	Oval	Mermer	Mermer	Taş	●	●		●	●
			Hat-Bezeme			●	●		●	●
Ortaköy	Parçalı	Mermer	Mermer	Taş	●	●	●	●		
		Tezyinat-Hat			●	●	●	●		
MODERN	TBMM	Hareketli	Cam	Akşap	Ağaç	●	●		●	
			Peyzaj-Sade			●	●		●	
	Yeşilvadi	Oval	Cam	Cam	Beton+ Çelik	●	●		●	
			Hat-Kufi			●	●		●	
Şakirin	Kare	Fiber	Fiber	Beton	●	●	●	●		
		Bezeme-Kufi-Hat-Kalem işi			●	●	●	●		

- ✓ Çalışma kapsamında özellikle farklı plan şemalarına sahip camiler seçilmiştir.
- ✓ Geleneksel camilerin elemanlarından mihrap, minber, minarede kullanılan malzemeler içinde de aynıdır. Bu savdan yola çıkarak; mermer ve taş malzemenin ağırlıklı olarak kullanıldığı görülmüştür.
- ✓ Geleneksel camilerdeki süslemelerin birbirine yakın olup, genellikle kalem işi, hat ve çini olduğu görülmüştür.
- ✓ Geleneksel camilerde kullanılan temel tasarım ilkelerine bakıldığında; tekrar, ritm, simetri ilkelerinin hepsinde hakim olduğu, Nur-Osmaniye Cami'nde ise plan şemasından kaynaklı zıtlık ilkesi kullanılmıştır.
- ✓ Modern camilerde, kurgulanan plan şemaları birbirinden farklıdır ve farklı tasarımlar denenmiştir.
- ✓ Modern camilerin elemanlarında kullanılan malzemeler, geleneksel malzemeler olmayıp, cam, fiber, beton ve çelik gibi teknolojik malzemeler denenmiştir.
- ✓ Modern camilerdeki süslemeler, geleneksel camilerle paralellik gösterecek şekilde daha sade bir tasarım görülmüştür. TBMM camii çok farklı bir tasarım anlayışıyla süslemeden arınarak, peyzaj unsurlarını odak noktası haline getirmiştir.
- ✓ Modern camilerde kullanılan temel tasarım ilkeleri ise tekrar, ritm ve birliktir. Şakirin Camii diğerlerinden farklı olarak simetri ilkesini kullanarak, geleneksel camilere gönderme yapmıştır.
- ✓ Camilerin estetik algılarını değerlendirilirse; geleneksel camilerin gerek dış cephe, gerek mekan tasarımı, gerekse süsleme bazında daha pozitif olduğu görülmüştür. Özellikle Süleymaniye Cami'nin değerleri çok yüksektir bu da camilerdeki estetik anlayışının görkemli ve ihtişamlı geleneksel camilerin daha pozitif algılandığının göstergesidir.
- ✓ Modern camiler değerlendirildiğinde; Şakirin Cami'nin estetik algısı diğer modern camilere oranla yüksektir, bu da Şakirin Cami'nin geleneksel cami plan şemasına ve süslemesine gönderme yapmasından kaynaklanmaktadır.
- ✓ Modern camiler arasında TBMM Camii, estetik algısı açısından en düşük değerdedir. Katılımcılar, genellikle TBMM Cami'nin kubbesi ve minaresinin olmamasından kaynaklı yapının dışarıdan cami olarak algılanmadığından bahsetmişlerdir. Bu nedenle cami mimarisini klasik cami anlayışına göre değerlendirmişlerdir.
- ✓ Caminin tasarım kurgusunun diğer camilerden farklı olması, cami anlayışına uygun bulunmamıştır. Ayrıca süsleme unsurlarının tasarımda kullanılmaması estetik açıdan negatif olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak; Osmanlı döneminde cami mimarisinin kazandığı üslup, zirveye ulaşmış ve Osmanlı uygarlığının mirası olmuştur. Günümüzde ise cami mimarisi için yeni ve çağdaş tasarım arayışlarının istenen seviyeye ulaşamaması Osmanlı üslubuna duyulan hayranlıktan kaynaklanmaktadır. Yüzyıllar önce inşa edilmiş klasik cami tasarımlarının günümüzde üstüne birşey katmadan sadece taklit edilerek kurgulanması tartışılması gereken bir durumdur. Camilerin hem özgün tasarımı, hem de inşasının çağdaş yapı teknolojisine dayanması gerektiğine, klasik cami anlayışının modern tasarımlarla da kurgulanabileceğine inanmak gerekmektedir.

Türkiye’de yenilikçi cami tasarım örnekleri sayısı azdır. Ancak İslamiyetin gücü ve varlığının ifadesi olan geleneksel camilerden elde edilen öğretileri, teknolojik malzemeler kullanılarak, modern ve yenilikçi cami tasarımlarıyla harmanlamak camilerin sosyal açıdan herkeze açık, ibadet edilen, düzenli insani ve manevi bir mekan olma özelliklerini yitirmesi olarak algılanmamalıdır. Aynı zamanda modern cami tasarımı anlayışı da klasik caminin niteliklerinin kaybedildiği ve sadece çağdaş olma mantığıyla inşa edilen cami kurgularından arındırılmalıdır.

## KAYNAKLAR

- [1] Akar, Z., 2004. “Cumhuriyet Dönemi Camilerinin Mekansal Analizi“, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi,
- [2] Akok, M. 1962 “XIII-XVII. Yüzyıllarda Yapılmış Türk Camilerinin İç Mimarisi”, Milletlerarası Birinci Türk Sanatları Kongresi Ankara 19-24 Ekim 1959, Kongreye Sunulan Tebliğler, T.T.K. Basımevi, Ankara, s. 16.
- [3] Aslanapa, O., 1986. Osmanlı Devri Mimarisi, İnkılap Kitabevi Yayınları, İstanbul, 568s.
- [4] Aydınlı, S., (1986)., “Mekansal Değerlendirmede Algısal Yargılara Dayalı Bir Model“, Doktora Tezi, İTÜ,s 29-30, İstanbul.
- [5] Çamlıbel, N., 1998. “Sinan’ın Mimarlığında Yapı Strüktürünün Analitik İncelenmesi,” Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi,
- [6] Çinici, B., 1999. İmprovisation/ Mimarlıkta Doğaçlama ve Behruz Çinici, Boyut Yayınları, İstanbul, 175s.
- [7] Diez, E., “Minare”, İslam Ansiklopedisi. C. VIII , İstanbul. 1960, s. 324;
- [8] Erengöz, Ç., 2000, “Bir İbadet Mekanı Olarak Camiler İçin Önsöz”, Arkitekt, sayı:472, s.13-17.
- [9] Eyüpgiller K. K., 2006 “ Çağdaş Cami Mimarlığı Türkiye’de 20. Yüzyıl Cami Mimarisi”, İTÜ Mimarlık Bölümü Mimarlık 331,
- [10] Holod R.-Khan, H., 1997., “The Mosque and the Modern World: Architects, Patrons and Designs Since the 1950’s”, London,
- [11] İnci, N 1985 “18. Yüzyılda İstanbul Camilerine Batı Etkisiyle Gelen Yenilikler”, Vakıflar Dergisi, S. XIX, Sistem Ofset, Ank., s. 223.
- [12] Kazmaoğlu, A., 2012, “Gelenekten Geleceğe Cami Mimarisinde Çağdaş Tasarım ve Teknolojileri”, 1. Ulusal Cami Mimarisi Sempozyumu Bildiri Kitabı, Diyanet İşleri Başkanlığı Yay. syf: 295, Ankara
- [13] Kuban, D, 1958.,” Osmanlı Dini Mimarisinde İç Mekân Teşekkülü”, İTÜ. Mim. Fak. yay., İst.
- [14] Kuban, 2009, “Şakirin Camii ve Çağdaş Cami Tasarımı”, Yapı Dergisi, sayı 333, Ağustos.
- [15] Kuran, A., 1987, “Türk Camiinde Merkezi Plan Kavramı ve Mimar Sinan”, I. Kayseri Kültür ve Sanat Haftası Konuşmaları ve Tebliğleri, Kayseri Belediye ve Özel İdare Birliği Yayınları, Kayseri, 3: 6
- [16] Ödekan, A., 2000. “Cami Maddesi”, (D.HASOL editör). Ezcacıbaşı Sanat Ansiklopedisi 1. Cilt, YEM Yayınları, İstanbul, s:316-319.
- [17] Öz, T., 1997. İstanbul Camileri (1-2. Cilt), Türk Tarih Kurumu Yayınları, Ankara,500s
- [18] Özer, B., 1987, “Cami Mimarisinde Çoğulculuğun Temsilcisi Olarak Mimar Sinan”, Yapı-75, s. 27-52, Ekim.
- [19] Ülgen, A. 1993., “Klasik Devir Osmanlı Camilerinde Minarenin Konumu”, marmara universitesi, Doktora Tezi,
- [20] Tümer, G., 2006, “Ucube Camilerden Öteki Camilere-Mea Architectura Mea Culpa”, Mimarlık, S.331, Ankara, , s. 31-38.
- [21] Yılmaz, H., 2005, “Camilerin Eğitim Fonksiyonu”, Değerler Eğitim Merkezi Yayınları, İstanbul, , s. 18.

# THE WAY PEOPLE DETERMINE THE FUTURE OF THE CITIES: LOCAL ELECTIONS

**H.Burçin HENDEN ŞOLT**

*Bülent Ecevit Univ. Alaplı Vocational School Alaplı-Zonguldak / Turkey*

*burcinhenden@hotmail.com*

## *Abstract*

Cities have cultural and historical qualities. The services provided by the local authorities are important to shape the cities visually and socially. The aim of local elections is to select the local authorities. The aim of this research paper is to analyse the criteria on which people make decisions in local elections and the indicators which show the success of the local authorities. The target group is people who live in İstanbul Kadıkoy-Fenerbahçe neighbourhood. To gather data a survey was given to 295 participants. In the survey, together with the questions on their sex, age, education, income level and how long they have lived in the neighbourhood, they were also asked about their political opinions, how much they know about the duties and responsibilities of the local authorities, the criteria about electing the local authorities, their opinions about the indicators showing the success of the mayors and their opinions on their own contributions on the city. While analysing the results, it has been seen that in Kadıkoy neighbourhood the income; that the education level is comparatively very high and people's awareness on urban politics is definitely high; that they have participation spirit; that they consider the qualities of the local authorities in the elections but not their political interests.

## *Introduction*

The city is a product of the common living. The city is the main issue for all social groups and habitats. Basic needs are met in the city and ve this concerns all social groups. (Castells,1997) Local governments develop active citizenship, provide local representation and participation, contribute to the development and formation of local identity, develop a sense of belonging and solidarity, unity, integrity. (Yıldırım,1994)

The general policy is unavoidable impact on local politics. However, the local power structure is important in making decisions at the local level. (Çukurçayır,2008) Economic or political relations between the powerful groups in local politics is important. In this context, it is important who directed the local politics.(Varol, 2000) Therefore, given an extremely value to the local elections in Turkey.

Local governments are represented and participating institutions, bringing democracy with an effective and functional interaction. Spatial and social distance between rulersand ruled goes down to a minimum at the local level. Therefore, various urban groups can be represented in local decision-making bodies and local actors can participate in the system easily.(Çitçi,1996)

## *Objectives and Methodology*

The aim of this research paper is to analyse the criteria on which people make decisions in local elections and the indicators which show the success of the local authorities. The target group is people who live in İstanbul Kadıkoy-Fenerbahçe neighbourhood. To gather data a survey was given to 295 participants. Fenerbahçe neighbourhood population is 25.170. According to information received from reeve; the number of voters in local elections (March-2014) is 17.000 persons. There are 59 streets in the neighbourhood. The sample group was formed of 295 people, with 5 surveys in each street. The participants have been chosen randomly. The study is descriptive type.



## Findings

A survey has been given to 295 people living in the neighbourhood. 148 (50,17%) of the participants were men. 147 (49,83%) of them were women. As shown in Table 1, 114 (% 38,64) of the participants were between 35-54 years old. The lowest rate was 75 years and older group.

As for the educational backgrounds of the participants the largest group consists of 129(%43,73) university graduates. The number of secondary school and primary school graduates is low. There are 19 participants with master's and doctoral education. According to the Turkish Statistical Institute's address based population registration system(ADNKS) data; master-doctoral graduates to total population rate of 0.08%; rate of university graduates by 8.7%; rate of high school graduates is 17.8%.(TUIK,2014) Therefore; it is observed that the education level of our participants on average in Turkey.

When we investigated the income of our participants; the largest group consists of 105 (%35,59) with 5001-7500TL. monthly income. According to the Turkish Statistical Institute's "Income and Living Conditions Survey 2013" data; in Turkey the average annual income per household is 26.577 TL.(TUIK,2014) Based on monthly income is 2214,75 TL. According to this data; our participants considered above average income.

As shown in Table 1, the neighbourhood is a tendency for such long time sitting. When the participants were asked about how much they know on the mission, authority and responsibility of the municipalities, the answers were as follows: 182 (61,69 %) sufficient; 11(3,73 %) insufficient; 52(17,63 %) good and 49 (16,61 %) very good. 1 (0,34%) participant marked "I don't have any idea" option.

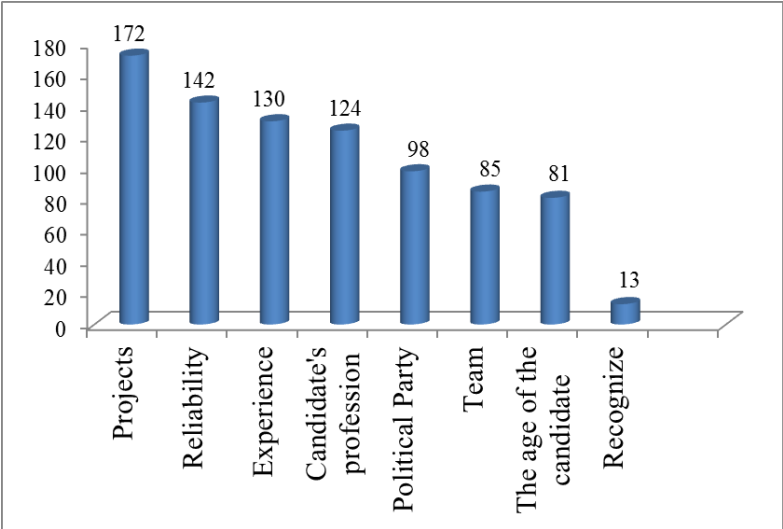
In the 7<sup>th</sup> question of the survey; interest in local politics were asked. 144 (48.81%) people said "I have been interested" This is a pleasing result. Because one of the most important indicators of urban consciousness is interest in urban policy.

**Table 1. Gender Distribution, Age Distribution, Educational Background, Average Monthly Income Status, Duration of Living in Neighbourhood, Level of Knowledge about Municipal Services, Local Policy Relevance**

		n	%			n	%
1. Gender Distribution	Women	147	49,83%	5. Duration of Living in Kadıkoy-Fenerbahçe Neighbourhood	0-5 years	12	4,07%
	Men	148	50,17%		6-14 years	38	12,88%
2. Age Distribution	18-34	112	37,97%		15-24 years	143	48,47%
	35-54	114	38,64%		25-34 years	83	28,14%
	55-74	50	16,95%		35 years and over	19	6,44%
	75 and over	19	6,44%	6. Participants' Level of Knowledge about Municipal Services	Very good	49	16,61%
3. Educational Background	Literate	1	0,34%		Good	52	17,63%
	Primary School	18	6,10%		Sufficient	182	61,69%
	Secondary School	14	4,75%		Insufficient	11	3,73%
	High School	73	24,75%		I don't have any idea	1	0,34%
	Two-Years Degree Graduate	41	13,90%	7. Local Policy Relevance	I never interested	13	4,41%
	University Graduate	129	43,73%		Little interested	46	15,59%
	M.S.- PhD	19	6,44%		I have been interested	144	48,81%
4. Average Monthly Income Status	0-1.000 TL.	11	3,73%		Very interested	92	31,19%
	1.001-2.500 TL.	19	6,44%				
	2.501-5.000 TL.	81	27,46%				
	5.001-7.500 TL.	105	35,59%				
	7.501-10.000 TL.	51	17,29%				
	10.001 and over	28	9,49%				

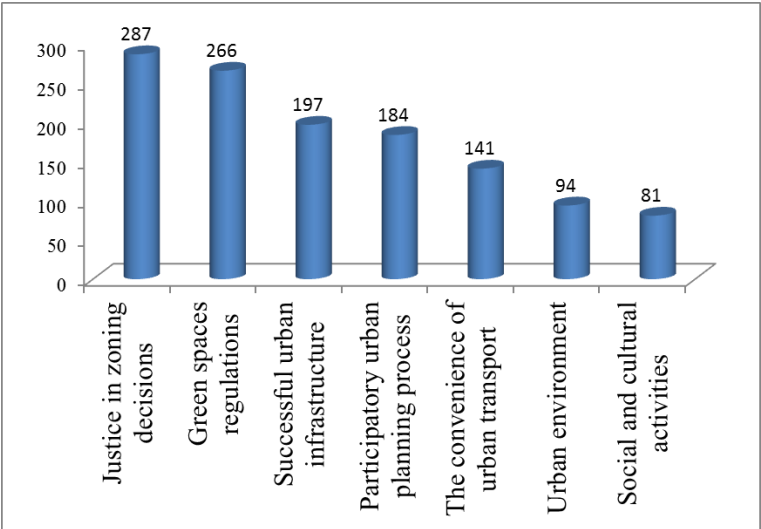
The 8th question of the survey is participants' choosing criteria for mayor. The result of this question is noteworthy politically. In local elections, urban mayor candidates are representatives of political parties. But at the survey results; political parties as selection criteria is # 5. The most important criteria are the project of the

candidate and reliability. As can be seen here, people's urban mayor selection criteria are not political; service-oriented. The release of the survey results can be linked to the height of the participants' education and income.



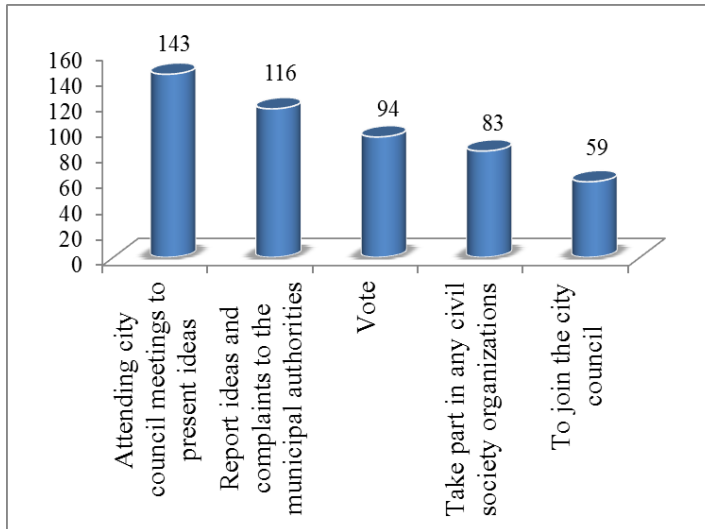
**Figure 1. The choosing criteria for mayor**

The most common answer to the question: “What do you think the mayor indicator of success?” was “justice in zoning decisions”. The number of people who think that the success indicators of green space arrangement are 266.



**Figure 2. Success indicators of urban mayor**

When the participants were asked “How people can contribute in order to beautify the city?” the answers were as follows: 143 persons attending city council meetings to present ideas; 116 participants report ideas and complaints to the municipal authorities. Vote is the third most frequent answer. In other words; according to the participants, active local participation methods is more important. Participatory urban management process is open to the general public. Local elections are a part of participation mechanism.



**Figure 3. The contribution of urban individuals**

### *Discussion and Conclusion*

Urban society is a heterogeneous structure. Different interest groups and voter expectations are forcing local administrators to improve themselves. If the correct understanding of the structure of local voters, electoral success is affected. Successful local politicians, gives importance to the contribution of the community in the distribution of urban services.(Bardhan ve Mookherjee, 2000) The selection of local administrator not only the cities; It also affects a broad range of countries. Vote, is not sufficient to fulfill the duty to the city. (Cochrane, 2007)

According to the results of our survey; the majority of our participants are sufficient information in terms of urban politics. They carry the spirit of participation; respect the interests of the city in elections. Participants have the information about joining the council. Urban consciousness of Kadikoy Fenerbahçe neighbourhood seems high.

### **REFERENCES**

- [1] Bardhan, P. and Mookherjee, D. (2000) *Capture and Governance at Local and National Levels*, The American Economic Review, V:90, N:2, Papers and Proceedings of the One Hundred Twelfth Annual Meeting of the American Economic Association, p: 135-139
- [2] Castells, M. (1997). *City, Social Class, Power*. Ankara Science and Art Publishing, p:11-14
- [3] Cochrane, A. (2007). *Understanding urban policy: A critical approach*.,p:12, Oxford, UK: Blackwell.
- [4] Çitçi, O. (1996). Representation, Participation and Local Democracy, Journal of Contemporary Local Governments, V: 5, N:6, p: 5-6, Ankara: TODAİE Press.
- [5] Çukurçayır, M.A. (2007) *Functionality of the Municipal Act: City Council and other mechanisms*, Essays on Local Governments, (Ed. Hüseyin Özgür&Muhammet Kösecik), Ankara: Nobel Press, p: 374
- [6] Varol, M. (2000). *Local Representation and Participation: Theory and Reality*, Symposium on Local Governments, Ankara: TODAİE Press, p:205-210
- [7] Yıldırım, S. (1994) *Local Government and Democracy*, İstanbul: Housing Development/IULA EMME Press, p: 37
- [8] TÜİK (2014) Turkey Statistical Institute [www.tuik.gov.tr](http://www.tuik.gov.tr), (03.01.2014).

**Key Words:** *Local Government, Urban Policy, Participation, Governance*

# International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing

## Towards Efficient Eco Designs

Iman Abdel Shahid Ibrahim\*

Assistant Professor of Architecture & Interior Design, University of Sharjah, Sharjah, 27272, UAE

### Abstract

Sustainability creates solutions that solve the economic, social and environmental challenges. It is studied and managed over many scales of time and space and in many contexts of environmental, social and economic organization. The focus ranges from the total carrying capacity (sustainability) of planet Earth to the sustainability of economic sectors, ecosystems, countries, municipalities, neighbourhoods, individual lives. In short, it can entail the full compass of biological and human activity or any part of it.

The overall driver of human impact on Earth systems is the destruction of biophysical resources, and especially, the Earth's ecosystems. The total environmental impact of a community or of humankind as a whole depends both on population and impact per person, which in turn depends in complex ways on what resources are being used, whether or not those resources are renewable, and the scale of the human activity relative to the carrying capacity of the ecosystems involved.

The search for sustainability has been entwined with the quest for sustainability assessment methods, metrics and tools as instruments to operationalize the concept of sustainable development. As Architecture interior design will have to be viewed from an entirely new perspective consistent with ecologic and societal values and equity our own expanding population and that of our planet is a provocative and prime problem. Unless we can soon develop heroic measures to stabilize our global population, our prospects of a less liveable world will dramatically increase, nature's ecosystems have considerable resiliency and ability to recover.

The aim of the research is to deliver the message of the Ecological sustainability that is the task of finding alternatives to the practices that got us into trouble in the first place: it is necessary to rethink about agriculture, shelter, energy use, urban design, transportation, the importance of wilderness and our central values.

In conclusion there is an emerging need for eco-designs that match environmental and social culture needs for each community as its varied from one to the other, and the challenge is how the designers can create these smart solutions that can be adopted in different communities, considering the sustainability international rating methods which is not applicable in all countries in a cohesive and logical framework.

© 2015 Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference "All In One Conference"

*Keywords:* Sustainable Buildings; Eco-Designs; Culture and Heritage

### 1. Introduction

Over the last two decades, the concept of sustainable development has emerged as a new development paradigm, combining social, economic, environmental and political aspects of development. These areas are often called 'dimensions' or 'pillars' of sustainable development and have received varying degrees of attention by the research community. Indeed, the sustainable development debate was mainly dominated by environmental issues at its beginning. Subsequently, economic concerns were also included in the debate whilst it is only in the late 1990s that social issues were taken into account within the sustainability agenda.



Figure 1: The three dimensions of Sustainability

A quiet transformation is taking place in communities all over the world. Thousands of citizens and their governments are embracing a new way of thinking and acting about their future. Motivations for involvement vary, but they include a desire to improve the quality of community life, protect the environment, and participate in decisions that affect us; concern about poverty and other social conditions, longing for a sense of satisfaction that money can't buy. These motivations are all coming together now in a movement toward sustainable communities.

#### *The research problems*

The main Problem is about our understanding the meaning and importance of social sustainability, which is still fuzzy and limited by theoretical and methodological constraints stemming from its context and disciplinary-dependent definitions and measurements. So we will summarize the problems in:

1. The Absence of community awareness with the real meaning and importance of sustainability as a multi-dimensional concept with great attention to the social sustainability as a core element.
2. The Absence of the environmental knowledge and relationship with human well being.
3. The Misleading conjunction for sustainability with environmental concept as a single standing concept without the other two dimensions.

#### *The research aim*

The aims of this research are twofold. Firstly, it endeavours to fill an important literature gap in the examination of the multifaceted nature of the ecological design of sustainable development and to assess the main difficulties hampering its comprehensive study. The second aim is to review the Masdar city as the first eco designed city in UAE.

#### *The need for sustainability respecting the notion of Ecology*

Sustainability creates solutions that solve the economic, social and environmental challenges. Sustainability is studied and managed over many scales (levels or frames of reference) of time and space and in many contexts of environmental, social and economic organization. The focus ranges from the total carrying capacity (sustainability) of planet Earth to the sustainability of economic sectors, ecosystems, countries, municipalities, neighborhoods, home gardens, individual lives, individual goods and services, occupations, lifestyles, behavior patterns and so on. In short, it can entail the full compass of biological and human activity or any part of it [1].

Architecture is a reflection of our society in attitudes, costumes, desires, needs, and technology. In our society it is an expectation that runs counter to ecologic coherence and sustainability. Architecture shapes and conditions our attitudes and relationship of people with people. It also bears a relationship to community and to the built environment and its attendant infrastructure

#### *Necessity of Ecologic Design*

Architecture will have to be viewed from an entirely new perspective consistent with ecologic and societal values and equity our own expanding population and that of our planet is a provocative and prime problem. Unless we can soon develop heroic measures to stabilize our global population, our prospects of a less livable world will dramatically increase, nature's ecosystems have considerable resiliency and ability to recover.

Cosmic unifying force that flows through our planet's dynamic, systemic order with ecologic balance has made us what we are, our beginning within the provisional miracle of life has sustained us but our divisive minds and sophisticated technologies have and continue to deplete the life giving and sustaining ecosystems. We threaten ourselves within how we think, specify and act.

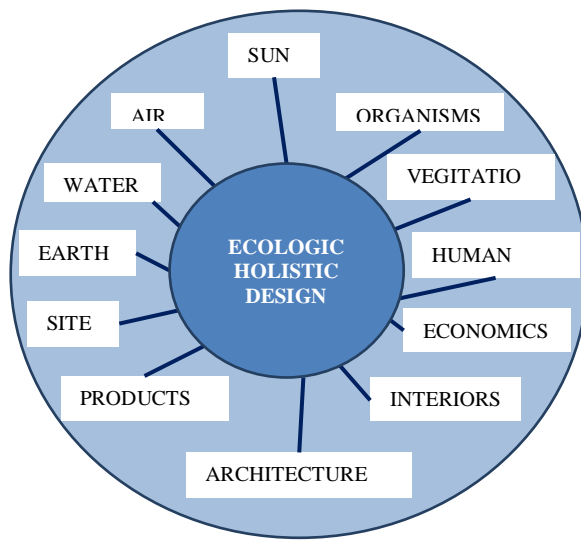


Figure 3: Cosmic unifying forces

## 2.Human needs and Quality of life:

In this section we propose a list of human needs to be used as the basis for generating a set of indicators for Quality of life (QOL). In its original definition, sustainable development focuses on “meeting the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”. The fulfilment of needs is not only a precondition for sustainable development but also for individual well-being and thus for a high quality of life. Quality of life is most commonly defined as consisting of two parts, the objective (the resources and capabilities that are given for a person) and the subjective (the well-being of a person).

The overall assessment of human experience has been commonly expressed by the term quality of life (QOL) across multiple disciplines including psychology, medicine, economics, environmental science, and sociology. The term “quality of life” QOL as a general term is meant to represent either how well human needs are met or the extent to which individuals or groups perceive satisfaction or dissatisfaction in various life domains. Understanding QOL has tremendous potential implications because improving QOL is a major policy and lifestyle goal [2].

When we evaluate the state of human affairs or propose policies to improve them, we typically proceed from assumptions about the characteristics of a good life and strategies for achieving them. We might suppose, for example, that access to particular resources is a part of a good life and, therefore, that increasing economic production per-capita is an appropriate goal.

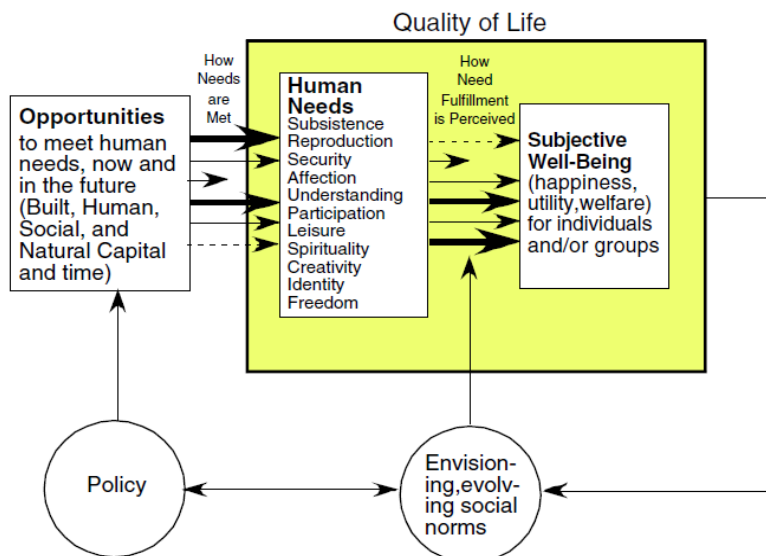


Figure 4: Quality of Life (QOL) as the interaction of human needs And the subjective perception of their fulfilment, as mediated by the opportunities available to meet the needs.

### 3. Masdar the Eco-designed city in the desert:

Masdar is a new kind of Energy Company that takes a holistic approach to renewable energy and clean technology. A commercial enterprise, Masdar operates through five integrated units, including an independent, research-driven graduate university, and seeks to become a leader in making renewable energy a real, viable business and Abu Dhabi a global center of excellence in the renewable energy and clean technology category.

No carbon dioxide, no cars, and no waste products: Masdar (Arabic for “source”) has been designed from scratch as an ecological city that is only dependent on renewable energy. Of this, 80% is solar energy and the rest is gained from wind energy installations and the conversion of waste materials. An ultramodern infrastructure and building technology will lower energy and water requirements by around 70%. In terms of transport, the urban area of Masdar is accessed using electric vehicles and is linked to the public transport network by a light railway.

#### *Masdar Initiative objects:*

As a visionary project, Masdar has attracted major interest worldwide, last but not least because renowned British architect Sir Norman Foster is responsible for overall planning. Swiss companies were also significantly involved in the design of Masdar. Masdar has a clear initiative objectives pointed as :

- To emerge as the global hub for Cleantech education, research, development and production.
- To partner with global leaders and innovative companies in the Cleantech industry.
- To diversify the Abu Dhabi economy with focus on renewable energies.
- To develop a sustainable city that incorporates the highest quality of life with the lowest environmental footprint.
- To create a city which is carbon-neutral, uses only renewable energies and produces zero waste.

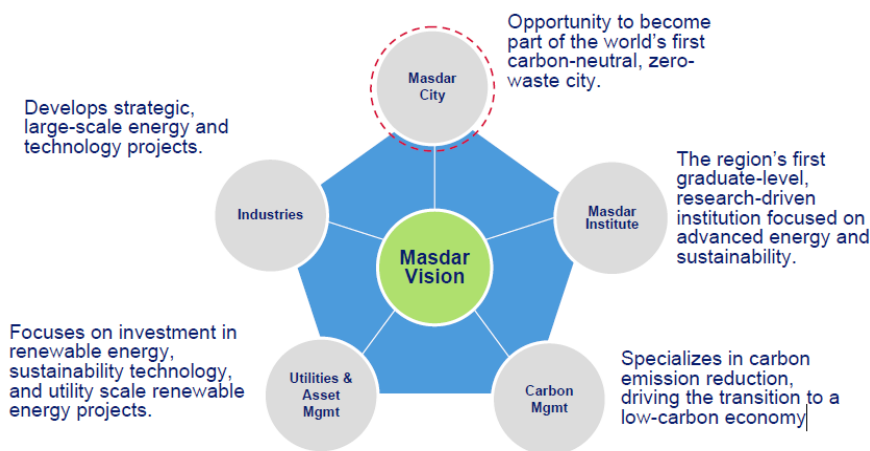


Figure5: Masdar initiative overview

#### *Masdar city planning strategy*

Every aspect of the city's urban planning, engineering and architecture is approached with sustainability in mind. More specifically, planning seeks to facilitate energy generation where applicable and reduce consumption of electricity, water and other resources. Planners recognized that the biggest environmental gains come from some of the most passive, and least expensive, tools: the city's (and buildings') orientation (with regards to the sun and prevailing winds) and its form. Next most effective is building performance optimization, such as an efficient envelope and systems, and smart building management. Active controls,

such as renewable energy, are the most expensive, while offering the lowest relative Environment-impact returns [3].

*Masdar city Architecture design:*

Masdar neighborhood features are so clear and intended from the concept stage to adopt the traditional approach in this level accommodating the harsh climate of the country. From here the fabric of the city is inspired from traditional Arab city as they are [4]:

1. Narrow streets
2. Natural shading
3. High Density /Low Rise Living
4. Public spaces
5. Mixed Use
6. Walkable

Masdar city design approach focused on certain points that ruled the urban design to accommodate the harsh desert climate that influenced from traditional design in:

1. Compact urban form.
2. Mixed use neighborhoods which include daily needs in close proximity.
3. Walk able neighborhoods
4. Provision of neighborhood level community spaces.
5. Well distributed urban spaces & plazas.
6. Appropriate street widths and orientation to mitigate local microclimate conditions.
7. Proximity to of public transport in the immediate surroundings.
8. Integrated Utility and transport corridors shared with pedestrian spaces.



Figure 6: Arab city traditional compact fabric



Figure 7: Masdar city compact fabric



Figure 8: Masdar city streetscape



Figure 9: Masdar city civic plaza



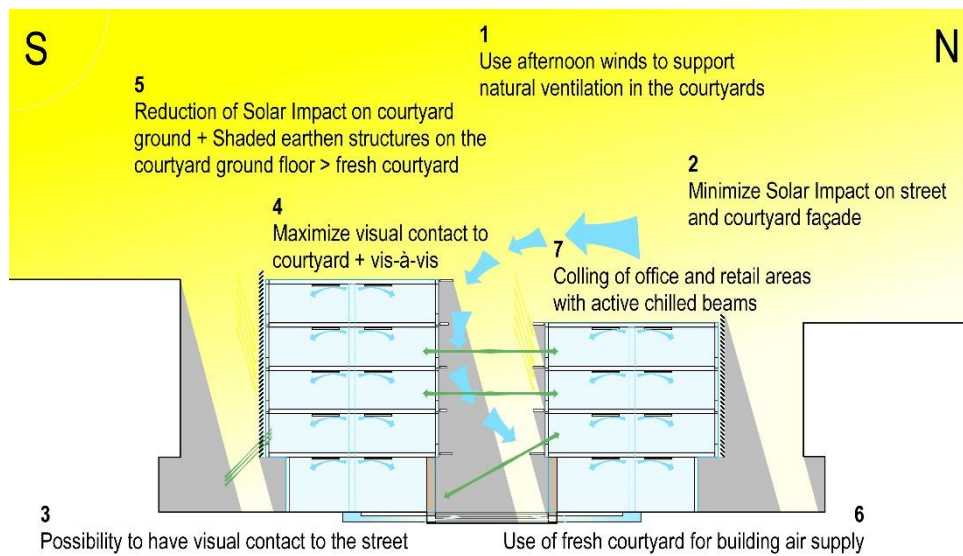


Figure 10: Courtyards, natural ventilation & solar impact reduction

Contemporary re-interpretation of traditional Arabic Wind tower brings cooling breezes to Courtyard. Rising 45m above the podium, this modern interpretation of one of the region's most iconic traditional architectural features will be a landmark for the Masdar Institute neighbourhood. The tower's height means it can capture the cooler upper-level winds and direct them to the open-air public square at its base. Sensors at the top of the steel structure will operate high-level louvers to open in the direction of prevailing winds and to close in other directions to divert wind down the tower [5].

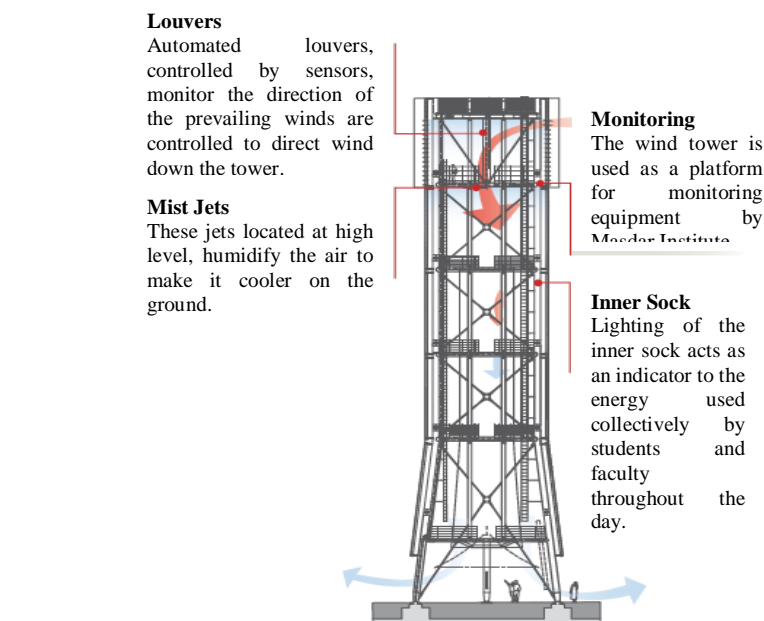


Figure 11: Masdar wind towers system & traditional reference [6]

*Achievements of sustainable impacts in Masdar eco city:*

The review aims to capture the knowledge gained through three years of construction and completion of Masdar City's first buildings as well as take into account changing market conditions and the evolution of technology. The review is highlighting the achievements at Masdar City to date, including the completion of the first six buildings of the Masdar Institute (students and faculty having moved into the new facility in September 2010), residential units that use 54% less water and 51% less electricity than the UAE average, 30% of electricity demand provided by rooftop photovoltaic panels and 75% of the buildings' hot water provided by rooftop thermal collectors. The review also confirmed the need for a phased approach to the development to allow for new technological innovations to be incorporated as building progresses [7].

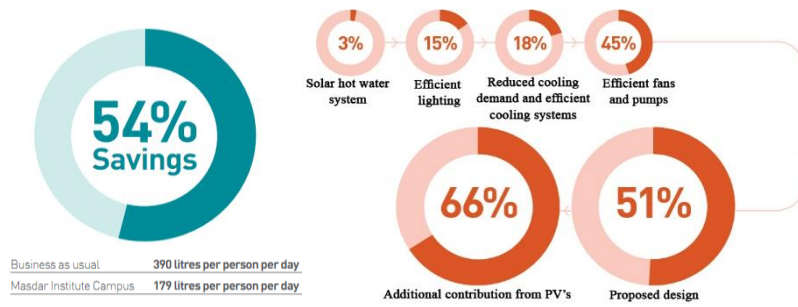


Figure 12: Masdar city up to date water & energy savings & consumption

#### 4. Conclusion:

Masdar City embodies and demonstrates the main principles underlying the Masdar Initiative. The Abu Dhabi Government has made a carefully considered decision that aims to establish the framework for the low carbon economy, which will develop as this century unfolds. It seeks to become a model for what can be achieved in other countries, at various levels of economic development.

Global climate change is one of the most urgent challenges facing humanity today. Sustainable development is no longer an option; it is the only way forward.

This approach is strategic: Masdar aims to become a world-leading technology integrator, a company capable of delivering highly complex, technologically challenging, environmental solutions on a significant industrial scale.

This strategy will deliver significant long-term economic and technological benefits, both to Masdar and Abu Dhabi. In the process of generating the technological and organizational solutions needed to deliver the project, Masdar will develop and acquire the needed expertise and intellectual property.

This human capital, Masdar's pool of talent and knowledge, will allow Masdar to grow and become a sophisticated driver of low carbon economic development in the UAE, the region and the world.

#### References

- [1] Beddoea, R., Costanza, R., Farley, J., Garza, E., Kent, J., Kubiszewski, I., Martinez, L., McCowen, T., Murphy, K., Myers, N., Ogden, Z., Stapleton, K., and Woodward, J., 2009, "Proceedings of the National Academy of Sciences. accessed on: 20 August 2009.
- [2] larke, W. C., 1977, "The Structure of Permanence: The Relevance of Self-Subsistence Communities for World Ecosystem Management," in *Subsistence and Survival: Rural Ecology in the Pacific*. Bayliss-Smith, T. and R. Feachem (eds). London: Academic Press
- [3] MC Elvaney, CH2MHILL, 2009, "Madar city Development Program", <http://www.masdarcity.ae/en/30/sustainability-and-the-city/>, Accessed on January 2012
- [4] Masdar city official website, <http://www.masdarcity.ae/en/30/sustainability-and-the-city/>, Accessed on Feb. 2012
- [5] Arch Daily website, <http://www.archdaily.com/33587/masdar-sustainable-city-lava/>, Accessed on March 2012
- [6] Holmic Awards for Sustainable Construction, 2012, " Building implementing holistic architectural design, Masdar City, UA", <http://www.holcimfoundation.org/Portals/1/docs/>, Accessed on February 2012
- [7] The Future Build, <http://www.thefuturebuild.com/masdar-city-begins-construction-of-masdar-institute-campus-second-phase-26663/news.html>, Accessed on January 2012.

## The Impact of Passive Traditional Strategies on Saving Energy in Hot climate

Nadia Al Badri<sup>1\*</sup>

University of Sharjah, , Interiors and Architecture Design Dep.

---

### Abstract

Over last decade, rapid growth in economic and population accompanied with depletion of the energy resources lead to serious impacts on environment and humanity. This development coupled with active constructions. Therefore, principle of passive design has required, the term of passive design, define as a series of architectural design strategies used by architectures and designers to develop the building in order to respond adequately to climatic conditions among other contextual necessities. [1]. There are several parameters, which can affect passive design criteria like, , orientation, building shape, building opening, courtyard, the selection of building materials, insulation materials and vegetation, etc. All these parameters can integrate or used separately to achieve the goal of passive concept. Nowadays, the majority of buildings design neglected the passive methods to provide the required thermal conditions, which forced people to depend on mechanical system that associated with high-energy consumption especially in the warm –humid climatic zone. A comparison of thermal comfort between modern and traditional buildings during various seasons clarify that the traditional building maintains a balanced condition of humidity and airflow combined with temperature to provide thermal comfort during all seasons. [2]& [3].The vernacular house in Iraq designed to contain the courtyard (house) which located at the centre of the building. The courtyard planted with trees and usually had a fountain in order to raise the level of the cooling air within the wall, in addition the courtyard designed to be the focus for all communication in the building [4]&[5].Simulation method is the most widely used to investigate the passive and active strategies and their impact on energy performance and savings IES-VE is a performance analysis software that allows architects interiors designers and engineers to offer quantitative feedback with an integrated collection application that can easily be linked by a single integrated data model and a common user interface. The IES program coupled with a green building concept can use 30% less energy than conventional buildings [6]. It has been found that the passive cooling design strategies affect the building performance; meanwhile these strategies represent the simplest ways and the lower cost options that could improve the cooling level inside the building.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference “All In One Conference”

*Keywords: Passive Strategies, Saving Energy, IES Software simulation*

---

### 1.Introduction

Passive design has acquired great importance due to the increase in living standard and energy consumption .Passive design architecture approach aims to use of specific building design principles to minimize the energy requirements in order to achieving thermal comfort. There are several parameters, which can affect passive design criteria like, thermal comfort, climate condition, orientation, building shape, building opening, the type of sunshade, the selection of building materials, vegetation etc. All these parameters can integrate or used separately to achieve the goal of passive concept. Extensive research has been done to assess the most important components for direct solar gain, which significantly vary the solar contribution to the total load of cooling and heating inside the building. Buildings sectors consumes 40% of the world energy while it is responsible for 50% of the CO<sub>2</sub> emissions, [7]

#### 1.1 .Aim of the study

The study aims to design a building in terms of passive deign strategies and performance through testing and analysing data by using computer simulation. The purpose of the study is to identify and highlight the main

passive design cooling strategies by using them in design concept.

### 1.2 Methodology

The research methods is IES Virtual Environment program which is a performance analysis software allows architects and engineers to offering quantitative feedback provides an integrated collection application that can easily linked by a single integrated data model and a common user interface. IES program coupled with green building concept can achieved 30% less energy used than conventional buildings. In addition, it assists in showing the LEED and BREEAM regulation and producing UK energy Performance Certificate. It consists many different modules, each one offering specific calculation such as “ModelIT” to modeling the space “Radiance” for lighting simulation, “SunCast” for simulating solar shading device, “Apache Sim” for thermal simulation analysis and CFD for airflow simulation, also it used “Mechanical” for mechanical simulation

### 1.3 Location

United Arab Emirates is located in Asia specific in the Middle East, U.A.E having bordered with Saudi Arabia form the south, Oman form the east and Arabian Gulf form the north. The unique location and the varied topography have created an important country; in addition, the natural recourses as oil, rich natural gas, fishing, further the location of U.A.E made of it a central for business, trading, banking, financial services, and tourism for Gulf countries and for the entire world

### 1.4 Climate characteristics

The sun position in Dubai can determine the general climate as shows in figure.1 which is generally hot and dry. The temperature reaches to 48 C in summer, as it is clear from the weekly summary in figure 2 July and August are the hottest months of the year combined with the high level of humidity which can be soar to 80 or sometime it could be more.

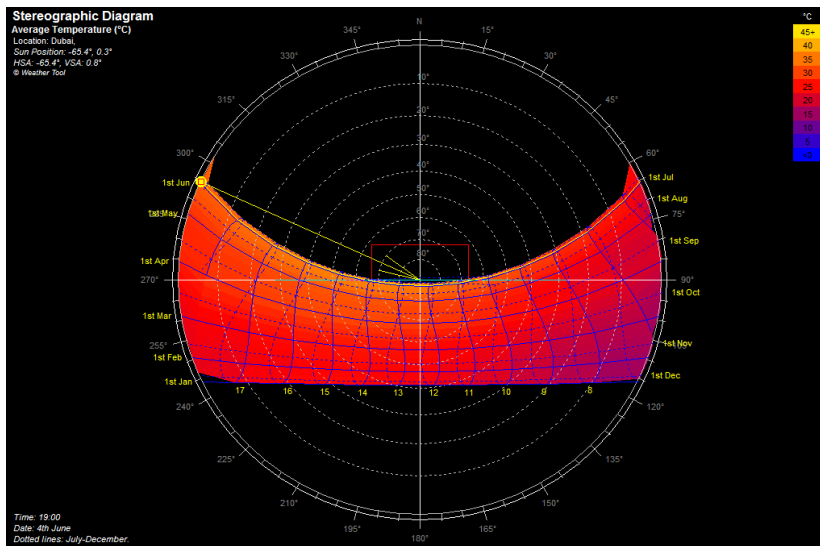


Figure 1 shows the sun path in Dubai generated by Ecotect weather tools ( by Auther)

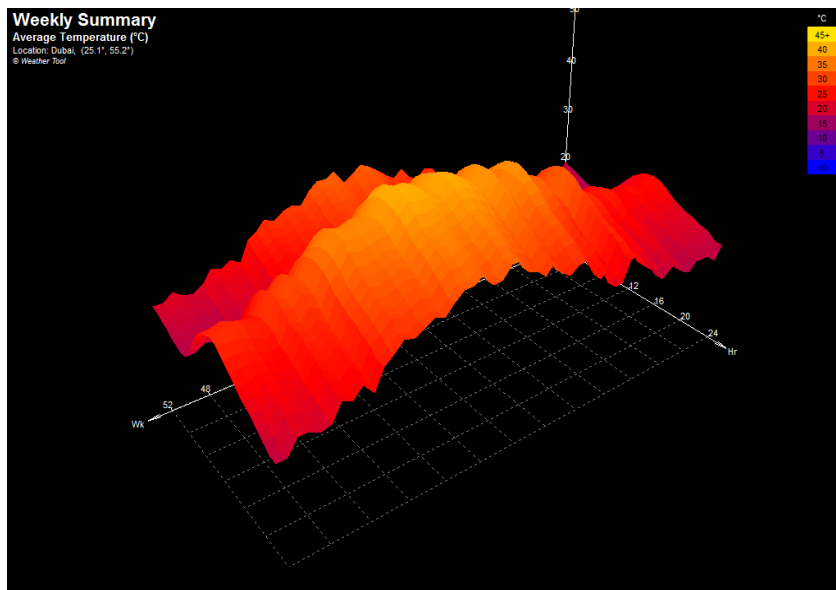


Figure.2 the weekly summary of temperature (Ecotect weather tools) ( by Auther)

### 1.5 Passive design overview

The main goal of the passive design is to achieve the climate and comfort for any building, which means that the human will feel comfortable in the building. The developing countries people spend approximately 90% of their time indoor thus, it is very significant to identify the major factors that affect the indoor environment of inhabitants in their homes and determine the person's behaviour that may influence their comfort [8]. The most important ways to do that is to improve the awareness about the indoor environmental quality and its impact and consequences on their health and comfort.

### 2.The used of the courtyard:

Over many centuries and nowadays the courtyard present, the most characteristic forms of residential architecture in hot climates in order to utilized it as a source of shade and ventilation in daytime and as a collector for the cool air at night. It had been conclude that the courtyard building could be relevant in all climates but it was more energy efficient in hot dry and hot-humid climates than temperate and cold climates. The vernacular house in Iraq designed to contain the courtyard (house) which located at the centre of the building. The courtyard planted with trees and usually had a fountain in order to raise the level of the cooling air within the wall, in addition the courtyard designed to be the focus for all communication in the building as shown in figure 3

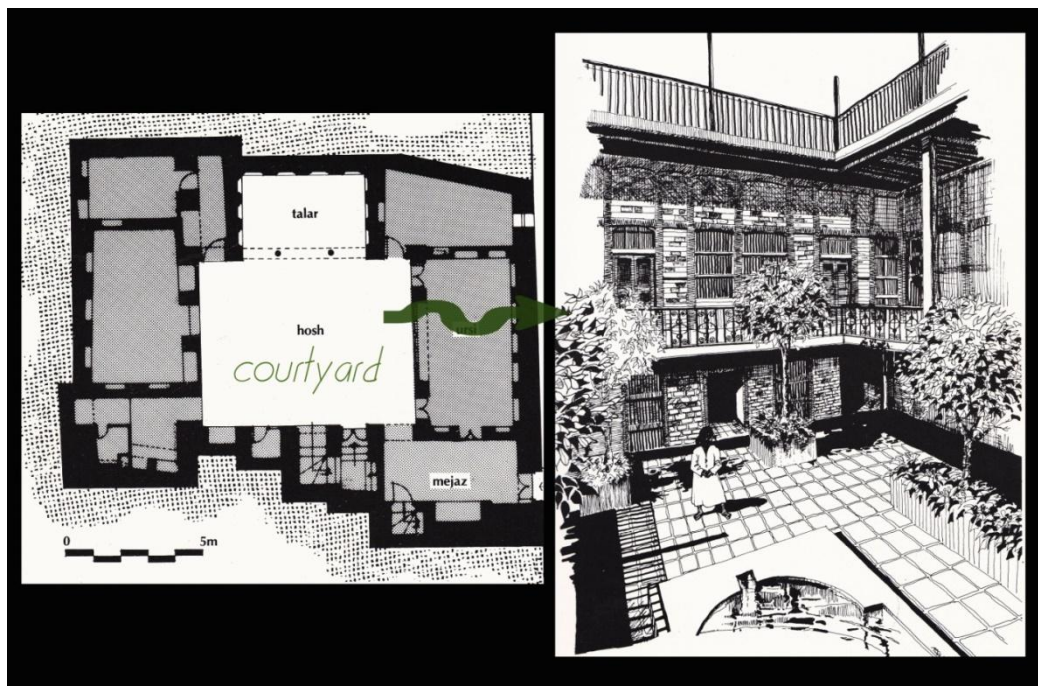


Figure 3

shows the courtyard in the traditional houses in Iraq as a source of shade and fountain, adopted from Jon & Ihsan (1982)

The use of courtyard should be, consider many important components that could affect the courtyard thermal performance such as the selection of materials, the ratio of the opening to total surface area, the height of the building, the wind direction, the shading, and the vegetation of the courtyard. If the architect can achieve these factors when design the courtyard, thus the courtyard could be one of the major passive strategies that improve the building thermal performance.

### 2.1. IES Simulation

The main phase of the IES is the Model IT which provide with simple way to build your model with high level of controlling dimensions and located the opening ( door and windows) in professional ways by determine the ratio of the opening. In order to be sure that your model working probably, the 3D model could be check during the modelling.

### 2.2 Apache Simulation

The main goal of the design is to achieve the cooling strategies by used different technique. The major part of the simulation is the thermal analysis because it has a significant important to locate the building performance in comfort zone and minimize the energy consumption by reducing the air-conditioning used. The following Figure 4 chart data shows Courtyard performance through the comparing between the used of courtyard (green) and without courtyard (red) in case that the AC in off in at hottest month of the year August.

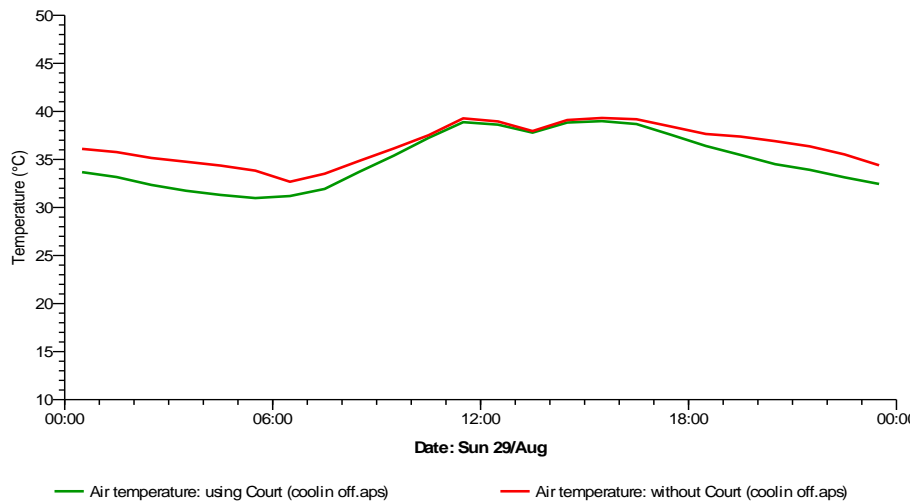


Figure 4 shows comparing, (green) and without courtyard (red) in case that the AC is off in August (generated through Apache IES) by Author

The second Apache simulation has been run with working air conditioning from 9-5 working days in order to recognize the difference in using the courtyard or not as seen in figure 5 which simulated in August while Figure 6 shows the simulation in December in the same conditions.

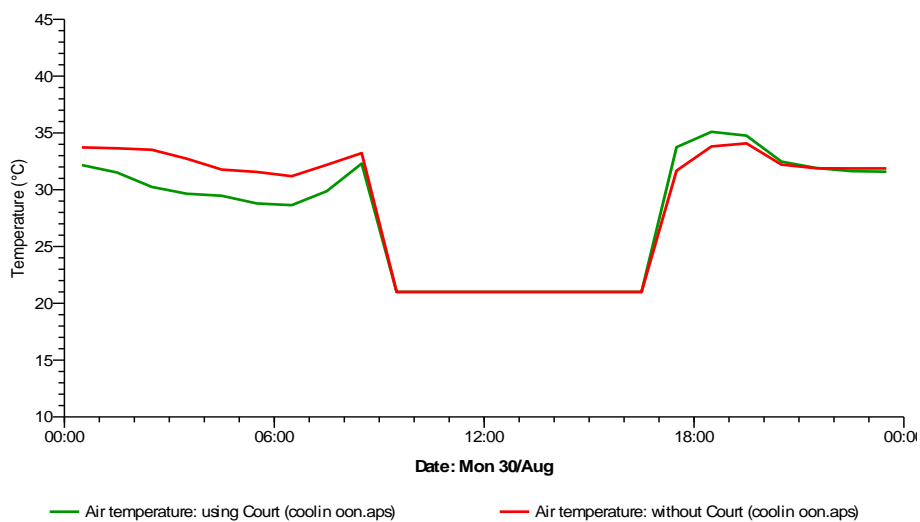


Figure 5 shows the difference in temperature between the use of courtyard and without courtyard in August (Author)

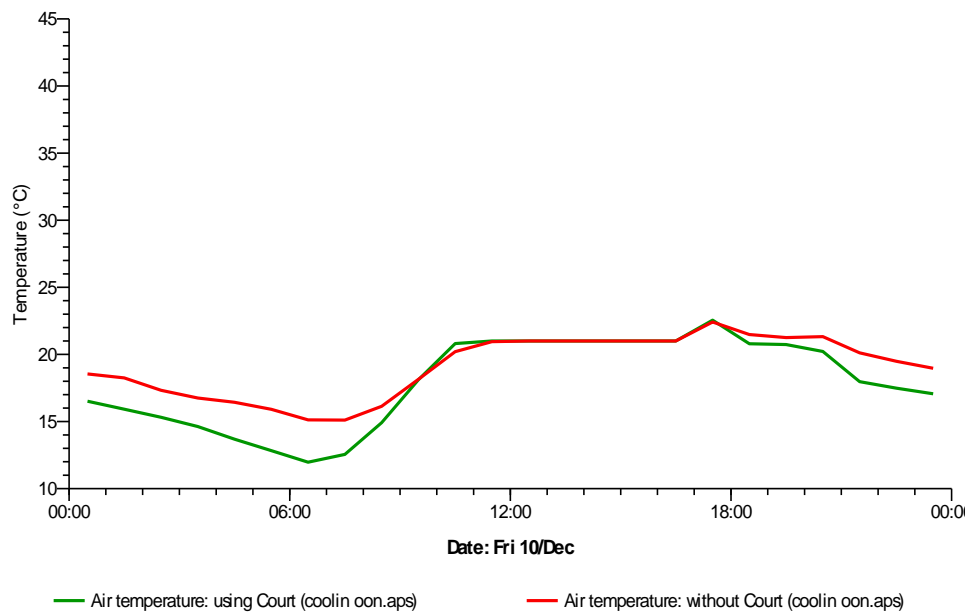


Figure 6 shows the difference in temperature between the use of courtyard or not in December (Author)

## 2. Conclusion

Courtyard performance: It is clear from previous analysis; the thermal performance is the main parameters of the simulation. The figures 4. examine the building performance without air conditioning in order to determine the effect of using the courtyard, in the same time the windows set to be open consciously to recognize the amount of temperature without the AC. The chart shows that the use of the courtyard has almost 3°C less than the building without courtyard. The two curves intersect at the peak time and return to the same difference. The first chart simulates explaining the hottest month which is June. As the temperature is almost high in Dubai the air conditioning should be working over the year, the second simulation run with AC set up to be work from 9-5 working days. Figure 5 and figure 6 explain the difference in temperature of the using courtyard or not used even during AC on, the result determined in August and December which is the peak time for summer and winter.

As a conclusion from all the study, it has been found that the passive cooling design strategies affect the building performance; meanwhile these strategies represent the simplest ways and the lower cost options that could improve the cooling level inside the building. Buildings sectors consume 40% of the world energy while it is responsible for 50% of the CO<sub>2</sub> emissions [7]. Thus as a consequence of the improvement in cooling building performance, the air conditioning used will be less which reduces energy consumption, in addition the CO<sub>2</sub> emission will be reduced also, that is exactly what the passive design can achieve by adapted the intelligent design decisions which already existed over many decades.

## References

- [1] Ochoa, C. & Capeluto, I. (2008) Strategic decision-making for intelligent buildings: Comparative impact of passive design strategies and active features in a hot climate *Building and Environment* 43(2008)1829–1839 [online] Available <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132307002090>.
- [2] Dili, A.S. Naseer, M. A. Zacharia Varghese, T. (2010) Thermal comfort study of Kerala traditional residential buildings based on questionnaire survey among occupants of traditional and modern buildings *Energy and Buildings* 42 (2010) [online] Available <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778810002203>
- [3] AboulNega, M. Isheshtawy, Y. (2001) Environmental sustainability assessment of buildings in hot climate: the case of the U.A.E. *Renewable Energy* 24 (2001) 55-563 [online] Available <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148101000416>
- [4] Aldawoud, A. (2008) Thermal performance of courtyard buildings *Energy and Buildings* 40 (2008) 906–910 Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



[5] Warren, John. & Fethi, Ihsan (1982) TRADITIONAL HOUSES IN BAGHDAD. Published by the Coach publishing House Limited, Horsham, England

[6] Gong, X., Akashi, Y. and Sumiyoshi, D. (2012) Optimization of passive design measures for residential buildings in different Chinese areas *Building and Environment* 58 (2012) 46e5 [online] Available: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360132312001734>

[7] Kima, G., Hong Soo Lima, Tae Sub Limb, Laura Schaeferc, Jeong Tai Kimd (2011) Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings *Energy Buildings*, doi:10.1016/j.enbuild.2011 (on line Scindirect)

[8] Frontczak, M., Andersen R., Wargocki, P. (2012) Questionnaire survey on factors influencing comfort with indoor environmental quality in Danish housing *Building and Environment* 50 (2012) 56e64 (on line *sciencedirect*)

# İÇ MEKANDA 3D MODELLEME KULLANARAK FARKLI TASARIM ALTERNATİFLERİNİN OLUŞTURULMASI VE AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜK GİRİŞ MEKANI İÇİN OLUŞTURULAN TASARIM MODELLERİ

## CREATING DIFFERENT DESIGN ALTERNATIVES BY USING 3D MODELLING IN INDOOR SPACES AND DESIGN MOTELS CREATED FOR THE ENTRANCE OF AFYON KOCATEPE UNIVERSITY RECTORATE BUILDING

Mehmet Sarıkahya<sup>1</sup>, Ş. Ebru Okuyucu<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>: Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü  
<sup>1</sup>: masarikahya@gmail.com

<sup>2</sup>: Afyon Kocatepe Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü  
<sup>2</sup>: ebruokuyucu@hotmail.com

### Özet

Değişen ve gelişen teknolojiye paralel olarak mimarlık ve iç mimarlık alanları da gerek malzeme, gerek tasarım gerekse uygulama bağlamında hızla yükselen bir grafiğe sahiptir. Bu bağlamda tasarım alternatiflerinin daha kısa zamanda üretilmesi ve kullanıcıya daha fazla seçenek sunulması adına yeni ifade yöntemleri yani dijital ortamlar kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle tasarımcılar için hayal ettikleri ve tasarladıkları mekani insanlara anlatabilmeleri için bilgisayar destekli çizimlerle özgürleşmiştir. Mekaneleri tasarlamadan önce mekânın kullanıcı ile mekân arasındaki etkileşimi ve iletişimi çözmek gereklidir insan içinde bulunduğu mekânla sürekli iletişim halindedir. Mekânların ve tasarım öğelerinin kendilerini ifade edebilmeleri için kullanılan araç olan renk, mekân öğelerinin yüzey renkleri ile, mekân algisini etkilemektedir. Mimaride yapının kendini ifade biçimine katkıda bulunan yüzey dokusu, mekân algisini etkilemektedir. Mimaride kullanım söz konusu olduğunda, dokunun tasarımcı tarafından bilinçli kullanımıyla, tasarlanan eserin kullanıcıya tasarımcının hedeflediği şekilde iletilmesi sağlanabilmektedir. Yapıyı oluşturan malzemelerin nitelikleri, işleniş biçimleri, birbirleri ile olan ilişkileri, tasarımcının yaratıcılığı ile birleşerek mimari dokuyu belirler. Mekanda yaratılmak istenen görünüm, seçilen ışık kaynaklarının özelliklerine de bağlıdır. Mimar mekaneleri oluştururken çeşitli yapı eleman ve malzemelerinden yararlanır. Bu mekani oluştururken, mekani tanımlayan görsel ve üç boyutlu objeleri kullanabileceği gibi, bazen sadece bir kaplama malzemesi, bazen de tek bir kolon bir mekân yaratır. Mekani oluşturan bir sınır vardır ama bu onun her zaman üç boyutlu bir eleman olmasını gerektirmez. Burada mekânın işlevine uygun malzemelerle donatılmış olması, kullanıcı gereksinimlerini karşılamakta yeterli ise bir mekân yaratılmış demektir. Tüm bu kriterler göz önüne alınarak; afyon kocatepe üniversitesi rektörlük giriş mekânının algılanmasında ve değerlendirilmesinde ışık, renk, malzeme, aksesuarlar vb. Unsurlarında etkili olduğunu ve mekânın değerlendirilmesinde farklılıklar yarattığı düşünülerek anket soruları hazırlanmıştır. Anket soruları; rektörlük giriş mekânında kullanılacak malzeme, renk, kaplama, süsleme ve peyzaj gibi fiziksel öğelerin mekâna kattığı estetik algisini ölçmeyi ve mekanda yaratacağı vizyon gibi psikolojik etkileri ölçmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada; afyon kocatepe üniversitesi rektörlük giriş mekânının seçilen 80 öğrenci üzerindeki psikolojik algisi anketlerle ölçülerek, elde edilen veriler doğrultusunda rektörlük giriş mekânının vizyonunu yansıttığı ve misyonunu gerçekleştirecek iç mekân tasarımının kati modelleme alternatifleri yapılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** İç Mekan Tasarımı, 3d Modelleme, Rektörlük Mekanı Algısı

**Abstract**

In parallel with changing and developing technology, architecture and interior architecture areas have a rapidly rising graphic within the context of material, design and application. Within this context, for the purpose of producing design alternatives in a shorter time and introducing more preferences to the user, new expression procedures, in other words digital environments have been initiated to be used. For enabling to explain people the space which they dream and design, particularly for the architects, they have become free with computer supported drawings. Prior to designing the space, the interaction and communication between the space and its user should be solved, the person is continuously in communication with the space where he is. The colour which is the instrument used so that spaces and design factors may express themselves affects the perception of space by the surface colours. The surface texture which supports the structure to express itself in architecture affects the perception of space. When it is used in architecture, due to conscious utilization of the texture by the user, the designed work is enabled to be transmitted to the user in the manner aimed by the designer. Features of the materials which comprise the structure, their manners of processing and their relations with each other combine with the designer's creativity and determine the architectural texture. The appearance aimed to be formed in the space also depends on the sources of light selected. Various construction element and materials are being utilized while creating the spaces. While the subject space is being formed, as visual and three dimensional objects may be used, sometimes a unique covering material and sometimes a single column create the space. There exists a limit which creates the space, however it is not required to be a three dimensional element every time. Here, in case having equipped the space with appropriate materials with the space's function is adequate to meet the user's requirements, it means a space has been achieved to be created. Taking into account all these criteria; survey questions have been prepared considering that colour, material, accessory etc. elements have been effective and created differences for the perception and evaluation of the entrance of Afyon Kocatepe University Rectorate Building. Survey questions aimed to measure the aesthetic perception contributed by the physical elements to be used in the entrance of the rectorate building such as material, colour, covering, ornament and landscape as well as measuring psychological impacts to be created in the space such as vision. In this study; the perception of the entrance of Afyon Kocatepe University Rectorate Building over 80 students selected was measured, and in line with the data obtained; final modelling alternatives of the interior space, which would reflect the vision of the entrance space of the rectorate building and accomplish the mission therein, were determined.

Keywords: İntirior design, 3d Modelling, Rectorate Building persepction

## 1. Giriş

Afyon kocatepe üniversitesi rektörlük giriş mekaninin algılanmasında ve değerlendirilmesinde ışık, renk, malzeme, aksesuarlar vb. Unsurlarında etkili olduğunu ve mekanin değerlendirilmesinde farklılıklar yarattığı düşünülerek anket soruları hazırlanmıştır. Anket soruları; rektörlük giriş mekanında kullanılacak malzeme, renk, kaplama, süsleme ve peyzaj gibi fiziksel öğelerin mekana kattığı estetik algısını ölçmeyi ve mekanda yaratacağı vizyon gibi psikolojik etkileri ölçmeyi amaçlamıştır. Bu çalışmada; afyon kocatepe üniversitesi rektörlük giriş mekaninin seçilen 80 öğrenci üzerindeki psikolojik algısı anketlerle ölçülerek, elde edilen veriler doğrultusunda rektörlük giriş mekaninin vizyonunu yansıtacak ve misyonunu gerçekleştirecek iç mekan tasarımının katı modelleme alternatifleri yapılmıştır.

### 1.1. Kapsam

Çalışmanın kapsamında; rektörlük binasındaki bulunan giriş kimliğinin oluşumuna katkı sağlayan lüks ve ona uygun tasarım konsepti, mekan kurgusu ve estetik algısı gibi sınıflandırma bağlamında, fotoğrafla belgelenecek, mimari ve iç mimari kurguları incelenerek ve gözlem yaparak analiz edilecektir. Çalışmada; rektörlük binanın mimari kurguları değerlendirilerek; dış mekan nitel özelliklerinin ve iç mekan plan şemalarının analizleri tablolştırılmıştır. Çalışmanın kapsamında seçilen rektörlük binası, Afyon Karahisar ilinde bulunmaktadır. Konunun bir esere bütüncül bakış geliştirilmesi açısından önemi olmakla beraber bundan sonra yapılacak çalışmalara multidisipliner bakış ve rektörlük binasının giriş alanının mekan kurgusu, tasarım konsepti ve estetik algısı açısından ele alınan bütün başlıkların araştırmacılara sunulması konuya olan ilgiyi arttıracaktır. Rektörlük binasının giriş alanının olarak nitelendirilen "Afyon Kocatepe Rektörlük Girişi"nin Afyon iline katkılarının ölçüleceği bir çalışmanın Dubai'deki uluslararası sempozyumda sunulması kentin tanıtımı için etken olacaktır. Sempozyum için pek çok farklı ülkeden gelen katılımcıların Afyon kent mimarisi ile ilgili bakış açılarının genişletilmesi ve Üniversitenin Afyon kültürüne yansımalarıyla ilgili özgün değerlerin enjekte edilmesi

bağlamında bildiri önem taşımaktadır.

### 1.2. YÖNTEM

Çalışmada kullanılan materyali temin etmek ve yöntemi belirlemek için problemi tanımlayacak verileri elde etmek esastır. Problem, geçmişte anlam ve işlevine uygun bir tarzda yapılan ve önde tutulan rektörlük binası, bugüne yansımalarının ölçülmesidir. Günümüz girişlerdeki mimarisini ve iç mimarisini anlamaya çalışırken modern-klasik ve diğer süreç içerisinde önemli adımları oluşturan binaların girişlerinde yapılarının mimari yaklaşımları özet olarak değerlendirilmekte, bunların mekânsal özelliklere dayanan kriterlerle tartışılması sağlanarak, yapıda simgesel ve anlamsal boyut, varsa yenilikleri, fonksiyonel girişteki oluşan elemanlarının durumu, mimarın ve iç mimarın tasarım konsepti, irdelenmiştir. Seçilen rektörlük binasının giriş alanında aynı yöntem uygulanmıştır. Bu düşünce ile çalışmaya uygun yöntemler seçilerek, konu ile ilgili bilgilerin kataloglama ve mimari yaklaşımlarına göre irdeleme işlemleri yapılmıştır. Toplanan bilgiler ile birlikte, fotoğraf, eskiz ve grafik anlatımlar, istatistiksel destekli tespitler yapılmıştır. sonuç olarak gelenekselden günümüze uzanan camilerin mekan kurguları, tasarım konseptleri ve estetik algıları elde edilen veriler doğrultusunda analiz edilmiştir.

### 1.3. AMAÇ

Afyon Kocatepe Rektörlük Girişin Afyon iline katkılarının ölçüleceği bir çalışmanın Afyondaki üniversitenin temel unsurlarından biri olarak algılanan işlevsel ve kullanışlı olanın neden ve nasıl tercih edildiğinin ve günümüz üniversitenin oluşturan modern algı anlayışının tasarım kriterlerinin bir anlamda ispatlanmasına yönelik bir adım olmuştur Uluslararası platformlarda üniversitenin oluşumunda mimarının ve iç mimarlığın katkıları tartışılırken, Afyon Kocatepe üniversitesinin Rektörlük Binasına katkı sağlayan özel iç tasarım yapısının bildiri olarak sunulması ve akademik bir ortamda ekrana yansımaları Afyon kenti için ve Afyon Kocatepe Üniversitesi için önemli bir vurgudur. Farklı platformlarda, farklı açılımların yapılması hem kent hem üniversite için hem de katılımcı için bir devinim sağlamaktadır. Bu bağlamda Afyon kentinin tanıtımını da içeren bildirim bilimsel bir ortamda akademisyenler tarafından eleştirilmesi büyük ölçüde katkı sağlayacaktır.

## 2. Rektörlük Binası

Afyon Kocatepe Üniversitesinin 5 bloktan oluşan Rektörlük binası 20 bin metrekarelik kullanım alanına sahiptir. Rektörlük binası A Blokta rektör, rektör yardımcıları, genel sekreter, genel sekreter yardımcıları ve rektör danışmanları makam odaları, Senato Toplantı Salonu ve akademik personel yemekhanesi bulunmaktadır. B Blok ve C Blok simetriklerdir. B Blokta Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı, Sağlık Kültür ve Spor Daire Başkanlığı, Personel Daire Başkanlığı, Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı, ÖSYM İl Temsilciliği, Kitap Satış, seminer salonu ve kafeterya yer almaktadır. Araştırma Projeler Komisyonu, Basın Yayın ve Halkla İlişkiler Müdürlüğü büroları, Bilgi Edinme Birimi, güvenlik sorumlusu, Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü ve Döner Sermaye Saymanlık Müdürlüğü büroları ile derslikler yer almaktadır. Blokta toplam 50 çalışma odası, 5 derslik, 1 toplantı salonu, 1 oturma salonu ile bodrum katta yer alan ısı merkezi ve sığınak bulunmaktadır. Dört katlı bu blok 4540 metrekare kapalı alana sahiptir. Rektörlük binasının D ve E blokları 6060 metrekare kapalı alana sahiptir. Bu bloklarda Bilgi İşlem Daire Başkanlığı, Yabancı Diller Yüksekokulu, TUAM (Teknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi), Radyo-TV Stüdyoları, idari personel yemekhanesi, Garanti Bankası bürosu, Kariyer Ofisi ve No Smoking Cafe yer almaktadır.



(AKÜ resmi internet sitesi)

### 2.1. Rektörlük Binanın Değerlendirme Kriterleri

Rektörlük binaları, üniversitelerin dinamik yapısını oluşturan idari yapılardır. bu nedenle rektörlük yapıları üniversite kampüslerinde fiziksel bağlamda önemli bir yer tutarken, aynı zamanda sosyal anlamda da üniversitenin vitrini konumundadır. bu bağlamda rektörlük binasının girişi ziyaretçileri karşılayan ilk mekan tanımıyla ziyaretçiler üzerinde pozitif bir etki bırakmalıdır. ziyaretçileri etkileyen, işlevsel, estetik ve aynı zamanda belirli bir tarza sahip bir mekan tasarımı olmalı.

Aydınlı (1986), yaptığı doktora tezinde insanların fizyolojik, toplumsal ve psikolojik açılarından rahat yaşamlarını sürdürmeleri için mimarların mekânları nasıl tasarladıklarını araştırmıştır. Amaca yönelik hizmet vermek için tasarlanan mekânlar, hem fiziksel hem de psikolojik olarak bir takım insan gereksinimlerini karşılamaktadır bu bağlamda mekânların kullanıcılar üzerinde bıraktıkları etkilerle mekânda yapılan işin verimi arasında bir ilişki söz konusu olmaktadır. Bundan dolayı bu tezde mekânlar tasarlanırken içinde yaşayacak bireyleri nasıl etkileyeceğini araştırmıştır ve mekânın kullanım amacına yönelik olumlu katkı sağlayacak fiziksel düzenlemeler dikkate alınarak tasarımlar yapılması için gerekli kriterleri değerlendirilmiştir. Çalışmada insan-mekân etkileşimi konusu araştırılmış ve kullanıcı istekleri doğrultusunda nitelikli mekân düzenlemeleri üzerine incelemeler yapılmıştır. (Aydınlı, S., (1986), “Mekansal Değerlendirme Algısal Yargılara Dayalı Bir Model”, Doktora Tezi, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Baskı Atölyesi, İstanbul, 26, 15, 51, 70.)

Ching (2002) tarafından hazırlanan “Mimarlık, Biçim, Mekan ve Düzen” adlı kitabın içeriğini, mekansal ilişkiler, mekansal organizasyon çeşitleri, mekanlar arasındaki ilişkilerin tanımlanması, mekanın biçimsel ve fiziksel özellikleri gibi konular oluşturmaktadır. Bu bağlamda, projenin temelini oluşturan alışveriş merkezlerinin göstergebilimsel yöntemle analiz ilkelerinin saptanması ve bu ilkelerin görsel matrislere dönüştürülmesi, kitapta yer alan tanımlamalar ve kavramlar doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. (Ching, F.,D.,K., 2002, Mimarlık, Biçim, Mekan ve Düzen, Sevgi Lökçe, Yem Yayınları, İstanbul, 320, 330, 346)

Yıldırım, K., Hidayetoğlu, M.L., Şen A. (2007) Bu araştırmada, benzer karakteristik özelliklerde fakat farklı biçimlerde (kare ve dikdörtgen) tasarlanmış iki adet kafepastane mekânının algı-davranışsal kalitesinin

belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna göre, kafe-pastane mekânlarının mimari biçimlerinin kullanıcıların algı-davranışsal performansı üzerinde etkili olabileceği varsayılmaktadır. Bu varsayılan hipotezi test etmek için büyük bir mekânda var olduğu varsayılan, değişik mimari biçime sahip iki adet kafe-pastane mekânına ait dijital resimler hazırlanmış ve deneklerin bu mekânları değerlendirmeleri istenmiştir. Deneklerin her bir mekânı değerlendirmelerinde 12 sıfat çiftinden oluşan anlamsal farklılaşma ölçeği kullanılmıştır. Sonuçta, deneklerin anlamsal farklılaşma ölçeği kapsamında dikdörtgen biçimli kafe-pastane mekânını, kare mekâna göre daha olumlu algıladıkları belirlenmiştir.

Turgay, O., Altuncu D., (2011) Mekan en geniş anlamda; insanın bir amaca yönelik olarak doğal çevrede gerçekleştirdiği bir sınırlama, yapay bir değişim, sosyal örgütlenmenin ifadesi olan bir kurgulanmıştır. Tasarlanan mekan, zihinde yaratılan kavramı fonksiyonel ve simgesel olarak dışa yansıtan bir kabuk olarak da değerlendirilmiştir. Mekan kavramı renk, doku, malzeme gibi öğelerinin bir araya getirilmesi ve mekana uygulanması sonucunda kullanıcıyla birlikte kimlik kazanır. Mekan kurgusundaki önemli öğelerden biri de aydınlatmadır. Sanayileşmiş toplumlarda, gün geçtikçe iç mekânlarda geçirilen yaşam süresi uzamakta; buna bağlı olarak da yapay ışığa duyulan ihtiyaç artmıştır. Son yıllarda iç mimarlıkta kullanılan yapay aydınlatma; mekan için belirleyici, vurgulayıcı, sınırlayıcı, üç boyutluluğun algılanmasını sağlayan yönleri ile güçlü bir anlatım aracı olma niteliği kazanmıştır. Bu bakımdan aydınlatmanın, mekansal özellikleri algılatmada, hatırlatmada büyük önemi vardır. Kullanıcı, mekânın biçimine ve mekana alınan ışığın, kullanılan aydınlatma sisteminin özelliklerine bağlı olarak mekânı anlamlandırmıştır. Görsel konfor şartlarını yerine getirerek görmeyi gerçekleştirmek için gereken aydınlatmanın, kullanıcı üzerinde bilinen etkileri yanında görsel olmayan etkileri de yadsınamayacak kadar fazladır. Mimari aydınlatmanın görsel olmayan etkilerini bilerek oluşturulan tasarımlar, zamanının büyük bir kısmını kapalı mekânlarda ve yapay ışık altında geçiren kişilerin görsel performansları yanında mekan algılarını ve psikolojilerini de etkilemiştir. Bu nedenle aydınlatma tasarımının bir parçası olarak kabul edilerek; konunun multidisipliner bir şekilde ele alınması gerekmektedir. Bu çalışmada, iç mimarlıkta kullanılan yapay aydınlatmanın kullanıcı üzerindeki görsel olmayan etkilerine ve mekan kavramına etkisinedikkat çekmek hedeflenmektedir.

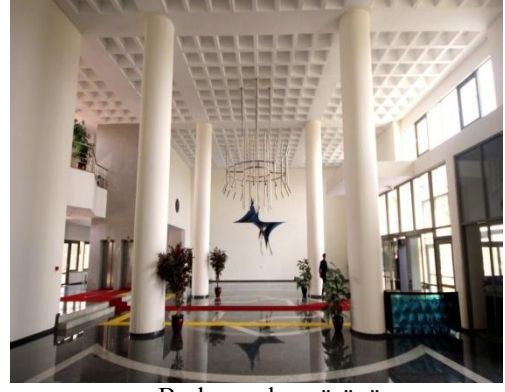
Günel, B., Esin, N., (2007) Mimarlığın psikolojik ve sosyal yönleri, çevre-davranış bilimleri gibi disiplinlerarası bilimlerden yararlanmayı bir zorunluluk haline getirmiştir. Tasarımcı-kullanıcı arasındaki bilgi alışverişinin sağlanabileceği çeşitli platformlara daha fazla işlerlik kazandırmak gerekmektedir. Kullanım sonrası değerlendirme çalışmalarında, mimarların sorumluluğunun artırılması, tasarlamanın gelişmesinde kullanıcı boyutunun algılanması açısından önemlidir. Bu araştırmanın amacı, mekân kalitesinin algılanmasında rol oynayan psiko-sosyal kalite değişkenlerini ortaya çıkaracak bazı davranışsal ve mekansal ipuçları elde etmektir. Bu ipuçları, tasarlanan mekân ile algılanan mekân arasındaki farkı en aza indirmekte yardımcı olacaktır. İnsanla iletişim kurabilen mekânlarda, mekansal kaliteyi arayabilir ve sorgulayabiliriz. Mekânın insanla kurduğu iletişim sürecinin sonunda elde edilecek veriler, o mekânı tasarlayana kullanın bilgilerini ileterek geri besleyeceği gibi, konuta ait psiko-sosyal kalitenin de ipuçlarını verecektir. Ancak, mimarlık mesleğinin pratiğinde tasarımcıkullanıcı iletişimi yeterince sağlanamamaktadır. Bu nedenle, mekânın psiko-sosyal kalite değişkenlerinin mekân-kullanıcı etkileşimi incelenerek belirlenmesi hedeflenmiştir. Tasarımcı-kullanıcı iletişimini sağlayacak bir "Mekân-Kullanıcı-Tasarımcı İletişim Döngüsü Modeli" kurgulanmıştır. Tasarımcının, kendi ürünlerinin kullanım sonrası değerlendirmesini, kurgulanan iletişim döngüsü modelini kullanarak yapması ve elde edeceği verileri sonraki yeni ürün tasarımında ve üretiminde kullanması önerilmektedir. Alan araştırmasının sonucunda, "Mekân-Kullanıcı-Tasarımcı İletişim Döngüsü Modeli" nin işlerliğinin olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, akademik araştırmaların ve mimari ürünlerin değerlendirilmesinden elde edilen deneyimlerden, uygulamacı mimarlar tarafından ne ölçüde yararlandığı da vurgulanmıştır.

## 2.2. Rektörlük Binasının Şimdiki Durumu

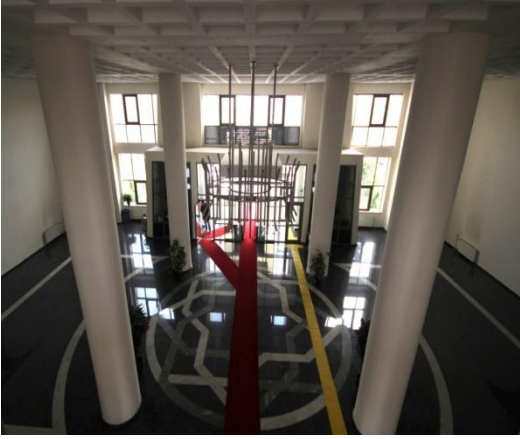
Rektörlük binasının şimdiki durum değerlendirmesi, önceden mevcut halinin fotoğraflarının durum tespiti yapıp belirtilecek olan faktörler göre değerlendirilecektir. Aşağıdaki gelecek olan resimler rektörlük binasının şimdiki durumunu göstermiştir.



Genel bakış



Başka açıdan görünüş



Kuş bakışı görünüş



Başka açıdan görünüş



İç süsleme



Merdiven görüntüsü

### 3. Bulgular

#### 3.1. Ölçeklerin Güvenirliklerine İlişkin Bulgular

25 maddelik öğrencilere göre rektörlüğün tasarımına ilişkin algı düzeyi ölçeklerinin güvenirligine Cronbach Alpha katsayısı ile bakılmış ve sonuçları Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1

Ölçek	Cronbach's Alpha	Madde Sayısı
Rektörlüğün tasarımına ilişkin algı ölçeği	0,779	25

25 maddelik rektörlüğün tasarımına ilişkin algı ölçeğinin Cronbach Alpha katsayısı 0.779 olarak hesaplanmıştır. Güvenirlik katsayısı, 0 ile +1 arasında değerler alır. Güvenirlik katsayısının 1'e yakın değerler alması güvenirliliğin yüksek olduğu, maddeler arasında iç tutarlılığın yüksek olduğu anlamına gelir ve istendiktir. Ölçeklerde olması beklenen en küçük güvenirlik katsayısı 0,70 olduğu düşünüldüğünde araştırmada kullanılan ölçeklerin iç tutarlılık katsayısı olan Alpha güvenirliliği 0,70 değerinden yüksek bulunmuştur.

### 3.2. Araştırmaya Katılan Öğrencilerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Araştırmaya Katılan Öğrencilerin Demografik Özelliklerine İlişkin Bulgular tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2

		n	%
Cinsiyet	Erkek	40	49,4%
	Kadın	41	50,6%
Yaş	17-19	40	59,7%
	20-23	27	40,3%

### 3.3 Araştırmaya Katılan Öğrencilerin rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları Nasıldır?

Araştırmaya katılan öğrencilerin rektörlüğün tasarımına ilişkin genel algılarının ortalama istatistikleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Tablo 3

	Ortalama	Std. sapma	Düzyey
Rektörlüğün tasarımına ilişkin algı	3,71	0,44	Yüksek

Madde puanları tamamen katılıyorum 5, kesinlikle katılmıyorum 1 puan olacak şekilde puanlanmıştır. Ölçek toplam puanları, madde puanları toplanmış ve toplam puan madde sayısına bölünerek ölçek toplam puanları 1-5 arasında değişkenlik gösterecek şekilde değerlendirilmiştir. Hesaplanan ortalama 1.0-1.8 arasında ise çok düşük; 1.81-2.60 ise düşük; 2.61-3.40 arasında ise orta; 3.41-4.20 arasında ise yüksek ve 4.21-5.00 arasında ise çok yüksek olarak değerlendirilmektedir. Buna göre Rektörlüğün tasarımına ilişkin ölçek puanlarının ortalaması ( $\bar{X}$  =3.71) olarak hesaplanmış olup algı düzeyi bakımından "yüksek" olduğu gözlenmiştir.

### 3.4. Öğrencilerin Cinsiyetlerine Göre Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları Farklılaşmakta mıdır?

Öğrencilerin cinsiyetlerine göre rektörlüğün tasarımına ilişkin genel algıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız örneklem için t testi ile test edilmiş ve sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir.



Tablo 4

	Cinsiyet	N	Ortalama	Std. sapma	t	p
Rektörlüğün tasarımına ilişkin algı	Erkek	40	3,67	0,35	-0,709	0,481
	Kadın	41	3,74	0,51		

Kız öğrencilerin Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları ( $\bar{X}=3.74$ ), erkek öğrencilere göre daha olumlu bulunmuştur. Ancak, istatistiksel olarak kız ve erkek öğrencilerin Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

### 3.5. Öğrencilerin Yaşlarına Göre Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları Farklılaşmakta mıdır?

Öğrencilerin yaşlarına göre rektörlüğün tasarımına ilişkin genel algıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı Mann Whitney U testi ile test edilmiş ve sonuçları Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5

	Yaş	N	Ortalama	Std. sapma	Mann Whitney U	p
Rektörlüğün tasarımına ilişkin algı	17-19	40	3,65	0,44	480,500	0,447
	20-23	27	3,76	0,39		

20-23 yaş grubundaki öğrencilerin Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları ( $\bar{X}=3.76$ ), 17-19 yaş grubundaki öğrencilere göre daha olumlu bulunmuştur. Ancak, istatistiksel olarak öğrencilerin yaşlarına Rektörlüğün tasarımına ilişkin algıları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

### 3.6. Öğrencilerin Rektörlüğün Tasarımına İlişkin Ölçek Maddelerine Verdikleri Cevapların Yüzde Frekans Dağılımları

	Hiç katılmıyorum		Katılmıyorum		Kararsızım		Katılıyorum		Tamamen katılıyorum	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Rektörlük girişinin mevcut tasarımı üniversite vizyonunu yansıtmamaktadır.	4	4,9%	12	14,8%	11	13,6%	27	33,3%	27	33,3%
Rektörlük girişinde kolonlar-duvarlar ve zeminin birbiriyle ilişkilendirildiği yeni bir iç mekan tasarımı yapılmalıdır.	1	1,2%	3	3,7%	7	8,6%	35	43,2%	35	43,2%
Rektörlük girişinde yönlendirmenin düz aks üzerinde olması gereklidir.	1	1,3%	9	11,4%	34	43,0%	21	26,6%	14	17,7%
Rektörlük girişinde yönlendirmenin dairesel olması gereklidir.	2	2,5%	11	13,6%	36	44,4%	22	27,2%	10	12,3%
Rektörlük girişinin kapısı yüksek olmalıdır.	2	2,5%	8	9,9%	15	18,5%	26	32,1%	30	37,0%
Tasarımda genel olarak <b>açık renkler</b> tercih edilmelidir.	5	6,2%	17	21,0%	11	13,6%	27	33,3%	21	25,9%
Tasarımda <b>simetri</b> ilkesi	1	1,2%	7	8,6%	10	12,3%	30	37,0%	33	40,7%

kullanılmalıdır.										
Kolonlarda <b>metal</b> giydirmen olmalıdır	2	2,5%	11	13,8%	21	26,3%	25	31,3%	21	26,3%
Kolonlarda <b>altın renkli</b> giydirmen olmalıdır.	8	10,1%	18	22,8%	23	29,1%	18	22,8%	12	15,2%
Kolonlardaki giydirmeler <b>sade</b> olmalıdır.	11	13,8%	11	13,8%	18	22,5%	23	28,8%	17	21,3%
Kolonlarda, zeminde veya tavanda yapılan süslemeler <b>geometrik motifli</b> olmalıdır.	0	0,0%	12	15,0%	16	20,0%	29	36,3%	23	28,8%
Kolonlarda, zeminde veya tavanda yapılan süslemeler <b>bitkisel motifli</b> olmalıdır.	8	9,9%	13	16,0%	20	24,7%	26	32,1%	14	17,3%
Dış cephede cam giydirmen sisteminin olması mekana zenginlik katmıştır.	6	7,4%	1	1,2%	20	24,7%	33	40,7%	21	25,9%
Zemin kaplaması olarak <b>mermer</b> kullanılmalıdır.	7	8,6%	11	13,6%	15	18,5%	27	33,3%	21	25,9%
Zeminde kot farklılığın kullanılması gerekir.	4	5,1%	6	7,6%	22	27,8%	27	34,2%	20	25,3%
Merdivenlerde kaplama olarak <b>mermer</b> kullanılmalıdır.	2	2,5%	8	9,9%	21	25,9%	29	35,8%	21	25,9%
Duvarlarda <b>rölyef</b> (üç boyutlu kabartma) kullanılmalıdır.	8	9,9%	2	2,5%	18	22,2%	18	22,2%	35	43,2%
Duvarlarda afyon ve üniversiteyle ilgili öğeler kullanılmalıdır.	5	6,3%	6	7,5%	9	11,3%	21	26,3%	39	48,8%
Tavanda uygulanan tasarımın devamlılık açısından zeminde de uygulanması önemlidir.	7	8,6%	10	12,3%	10	12,3%	30	37,0%	24	29,6%
Aydınlatma sisteminin merkezde vurgu yaparak diğer alanlarda spotla çözülmesi yeterlidir.	3	3,8%	7	8,8%	19	23,8%	27	33,8%	24	30,0%
Tüm mekanda gizli aydınlatma kullanılmalıdır.	3	3,8%	9	11,3%	14	17,5%	31	38,8%	23	28,8%
Aynı iç alanı farklı amaçlar için kullanmak gereklidir.	2	2,5%	10	12,3%	16	19,8%	29	35,8%	24	29,6%
İç alanlarda peyzaj elemanlarının kullanılması gereklidir.	1	1,2%	10	12,3%	19	23,5%	26	32,1%	25	30,9%
İç mekan tasarımının kullanıcılar üzerinde ferah ve geniş bir algı bırakması gereklidir.	1	1,3%	5	6,3%	8	10,0%	27	33,8%	39	48,8%
Rektörlük girişini görenlerin mekanı estetik ve etkileyici olarak algılamaları için tasarımda önemli vurgular yapılmalıdır.	3	3,7%	6	7,4%	9	11,1%	22	27,2%	41	50,6%

#### 4. Değerlendirme ve Sonuç

Afyon Kocatepe Rektörlük Girişi”in Afyon iline katkılarının ölçüleceği bir çalışmanın Afyondaki üniversitenin temel unsurlarından biri olarak algılanan işlevsel ve kullanışlı olanın neden ve nasıl tercih edildiğinin ve günümüz üniversitenin oluşturan modern algı anlayışının tasarım kriterlerinin bir anlamda ispatlanmasına yönelik bir adım olmuştur Uluslararası sempozyum platformunda üniversitenin oluşumunda mimarının ve iç mimarlığın katkıları tartışılırken, Afyon Kocatepe üniversitesinin Rektörlük Binasına katkı sağlayan özel iç tasarım yapısının bildiri olarak sunulması ve akademik bir ortamda ekrana yansması Afyon kenti için ve Afyon

Kocatepe Üniversitesi için önemli bir vurgudur. Farklı platformlarda, farklı açılımların yapılması hem kent hem üniversite için hem de katılımcı için bir devinim sağlamaktadır. Bu bağlamda Afyon kentinin tanıtımını da içeren bildirim bilimsel bir ortamda akademisyenler tarafından eleştirilmesi büyük ölçüde katkı sağlamıştır. Sonuç olarak istatistiklerin sonuçlarına dayanarak:

Rektörlük girişinin mevcut tasarımı üniversite vizyonunu yansıtmamaktadır 33,3%'tür. Rektörlük girişinde kolonlar-duvarlar ve zeminin birbiriyle ilişkilendirildiği yeni bir iç mekan tasarımı yapılmalıdır 43,2%'dir. Rektörlük girişinde yönlendirmenin düz aks üzerinde olması gereklidir karasız oranı daha hakimdir 43,0%'tür. Rektörlük girişinde yönlendirmenin düz aks üzerinde olması gereklidir 26,6%'dır. Rektörlük girişinde yönlendirmenin dairesel olması gereklidir 27,2%'dir. Rektörlük girişinin kapısı yüksek olmalıdır 32,1%'dir. Tasarımda genel olarak açık renkler tercih edilmelidir 33,3%'tür. Tasarımda simetri ilkesi kullanılmalıdır 37,0%'dur. Kolonlarda metal giydirme olmalıdır 31,3%'tür. Kolonlarda altın renkli giydirme olmalıdır 22,8%'dir. Kolonlardaki giydirmeler sade olmalıdır 28,8%'dir. Kolonlarda, zeminde veya tavanda yapılan süslemeler motifli geometrik motifli olmalıdır 36,3%'tür. Kolonlarda, zeminde veya tavanda yapılan süslemeler bitkisel motifli olmalıdır 32,1%'dir. Dış cephede cam giydirme sisteminin olması mekâna zenginlik katmıştır 40,7%'dir. Zeminde kot farklılığın kullanılması gerekir 34,2%'dir. Duvarlarda rölyef (üç boyutlu kabartma) kullanılmalıdır 43,2%'dir. Duvarlarda afyon ve üniversiteyle ilgili öğeler kullanılmalıdır 48,8%'dir. Tavanda uygulanan tasarımın devamlılık açısından zeminde de uygulanması önemlidir 37,0%'dir. Aydınlatma sisteminin merkezde vurgu yaparak diğer alanlarda spotla çözülmesi yeterlidir 33,8%'dir. Tüm mekanda gizli aydınlatma kullanılmalıdır 38,8%'dir. Aynı iç alanı farklı amaçlar için kullanmak gereklidir 35,8%'dir. İç alanlarda peyzaj elemanlarının kullanılması gereklidir 32,1%'dir. İç mekân tasarımının kullanıcılar üzerinde ferah ve geniş bir algı bırakması gereklidir 33,8% olarak sonucuna varılmıştır.

*Bu sonuçlara dayanarak aşağıdaki gibi iki alternatif olarak tasarlanmıştır.*

- **Alternatif 1**

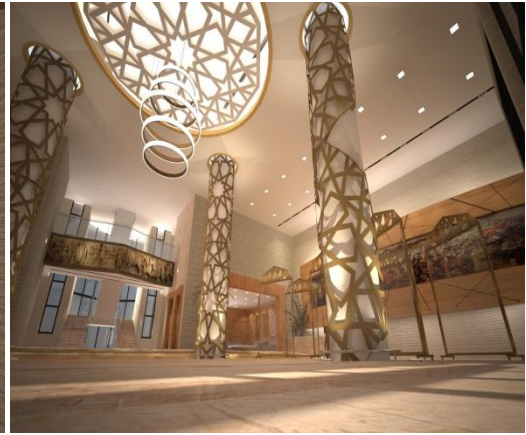
Afyon kocatepe üniversitesi rektörlük girişi çok büyük ve boş bir mekan olduğu için asıl amaç bu mekanı daha işlevsel, daha estetik ve daha aktif bir mekan haline getirmektir. rektörlük girişinin tasarımı yapılırken mekanın sadece geçiş mekanı olması, ziyaretçilerin burada fazla zaman geçirmemeleri gibi tasarımı sınırlayıcı etkenler de bulunmaktaydı. rektörlük girişinde ilk göze çarpan dört adet kolon çok sade olduğu için metal kaplama ile giydirildi. yer döşemesi olarak bulunan siyah granit kaplama ve kaset döşeme olan tavan döşemeleri soğuk bir mekan etkisi yarattığı için döşemeler değiştirilmiştir. yer döşemeleri açık tonlardan seçilmiş olup işinsal bir hareket kullanılmıştır. tavandaki kaset döşemeler asma tavanla kapatılarak geometrik şekillerle işlenmiş merkezi bir kubbe görünümü elde edilmiştir. kubbenin altındaki yer döşemesinde de geometrik motifler kullanılarak kubbe görüntüsü yansıtılmıştır. aydınlatma sistemi olarak spotlar kullanılmış ancak kubbeyi tanımlayacak kubbe ve zemin döşemelerindeki gibi dairesel çizgilere sahip bütünleyici bir aydınlatma elemanı kullanılmıştır. duvarların boş olması nedeniyle kocatepeyi simgeleyen kabartmalı panoramik bir resim ya da rölyef düşünülmüştür. kolonlar metal kaplama yapıldığı için mekanda genel olarak metalik bir renk tonu hakimdir. bu tonlamalar gerek merdiven korkuluklarında gerek saksılarda gerekse aydınlatma elemanlarında kullanılmıştır. sadece metal tonlar kullanmak mekana soğuk bir etki vereceğinden asansörlerin çerçevelerinde, duvar resimlerinin çerçevelerinde ahşap kullanılarak mekan daha sıcak bir hale getirilmiştir. beyaz renkte olan duvarlar kaplanarak daha samimi bir mekan oluşturulmaya çalışılmıştır. mekana ara ara metal saksılarda çiçekler koyulmuş ve doğal ortam yaratmak amacıyla çakıl taşı mermer saksılar yapılmıştır. merdivenin iki yanındaki boş mekanlar oturma gruplarıyla donatılarak rahat mekanlar oluşturulmuştur. ahşabın sıcaklık etkisi verilmeye çalışılmıştır.





- **Alternatif 2**

Afyon Kocatepe Üniversitesi rektörlük girişinde ilk göze çarpan dört adet kolon çok sade olduğu için altın renkli selçuklu geometrik motifleriyle yarı kaplama olarak giydirildi. Kolon giydirilmelerinde altın rengi tonları kullanıldığı için mekanın tümünde bu rengin tonları uygulanmıştır. Kubbede selçuklu geometrik motifleri altın renkleriyle donatılmıştır ve zeminde de aynı tonlarda ve motiflerde kubbenin yansıması hakimdir. Merdiven korkulukları yine altın tonlarında renklere hakimdir. Girişin karşısındaki alın duvarında rölyef bulunmaktadır ve Afyon'un simgesi haline gelmiş figürlerle bezenmiştir. Mekana farklı bir işlev yüklemek için sergi panoları tasarlanmıştır. Üniversitenin organizasyonları sırasında özellikle sergi zamanlarında kullanılmak üzere yine altın renginin tonlarıyla uyumlu, geometrik motiflerle bezenmiş taşınabilen hareketli panolar yapılmıştır.





## KAYNAKLAR

- [1] Cimcoz, N., (2000), “*Mimari Biçimlendirmede Malzeme Açısından Doku ve Cepheler*“, Mimari Biçimlendirmede Yüzey Sempozyumu, Ankara.
- [2] Ching F., D., K., 2002.. “*Mimarlık (Biçim, Mekan ve Düzen)*”, Çeviri: Lökçe, S., 2. Baskı, YemYayın, İstanbul,
- [3] Ertürk, S., (1983), “*Mimari Mekanların Algılanması Üzerine Deneysel Bir Çalışma*“, Yayınlanmış Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- [4] Gür, Ö., Ş., (1996), “*Mekan Örgütlenmesi*“, Gür Yayıncılık, İstanbul.
- [5] İmamoğlu, V., (2003) “*Mekan ve İnsan Psikolojisi*”, TOL Mimarlık Kültürü Dergisi, MekanPsikolojisi, Mimarlık ve Politika, Mimarlar Odası Kayseri Şubesi, 77-82.
- [6] Turgay, O., Altuncu D., (2011), “*İç mekanda Kullanılan Yapay Aydınlatmanın Kullanıcı Açısından Etkileri*“, Çankaya Üniversitesi, Journal of Science and Engineering
- [7] Yıldırım, K., Hidayetoğlu, M.,L., Şen A. (2007), “*Farklı mimari biçimlerdeki kafe/pastane mekanlarının kullanıcıların algı-davranışsal performansı üzerine etkisi*“, Politeknik Dergisi, Cilt:10, Sayı:3 s.295-301, , Volume 8, No: 1, s. 167-181.

# Kültürün Mekansal Yansımaları ve Mimari

## Tuğba TARIM

T. C. İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü  
Yılanlı Ayazma Caddesi No: 26 Cevizlibağ Zeytinburnu İstanbul Türkiye

tugbatarim@gmail.com

### Özet

Mekan, insanın gereksinimlerine ve beklentilerine yanıt verdiği gibi kurgusu ile de insanı etkileyerek davranışlarının belirlenmesinde etken rol oynamakta. İnsanların bir mimari mekan içinde kendilerini nasıl hissettikleri ve yaşamlarında bunun ne ifade ettiği söz konusu olduğunda ise, o yapının algılanma kriterleri önem taşır. İnsan yapıyı bir bütün olarak algılar. Bu bütün, o yapıyı oluşturan öğelerin meydana getirdiği ‘Mimari Bütün’dür. Çalışmada, mimarlığın ‘mekanla’ olan ilişkisi, farklı mekanizmaların ve kültürün etkileşimi sonucunda gelişen algoritma incelenecektir.

Mekan tasarımından beklenen, mekanların yalnızca fonksiyonel olarak, uygun ölçülerde ve doğru ilişkilerde düzenlenmesi değil; algısal tepkilerin ve algıda seçiciliğin etken olduğu, biçim ve içeriğin etkileşimi sonucu ortaya çıkan anlamla da ilgilidir. Tarih boyunca sosyal çevre ve politik yapıdaki değişimler, bireyin eğilimlerini de değiştirmiştir. Bu değişimin “Modern Dönem”de ise, hızlı ve köklü bir şekilde değiştiği yadsınmaz. Bu dönemde sanatın, sosyal yapıyı “yansıtmının” yanı sıra, bu yapıya tepki ve eleştiri getirme potansiyeli de keşfedilmiştir. Çalışma, bir toplumda zamana bağlı değişimlerin, bu değişimlerin çıkış şekillerini, sebeplerini ve mimariye yansımaları da incelemektir. Kültürlerarası temas yoluyla ortaya çıkan kültür değişimleri; ve bunun mimariye yansımaları da konuya dahildir. Ayrıca bu çalışmada, kültür ve küreselleşmeye kavramsal yaklaşılacaktır. Kültür ve küreselleşme kavramları etimolojik açıdan incelenecek; en geniş tanımlardan alıp, en dar anlamına ve mimarideki karşılıklarına bakarak inceleme yapılacaktır.

© 2015

Anahtar Sözcükler: Küreselleşme, Kültür, Mekan Tasarımı, Mimari Bütün, Algoritma

## 1. Giriş

İnsanlık, tarih öncesi çağlardan beri doğayı değiştirip doğanın gücüyle kendi varlığı arasında düşünsel ve fiziksel bir bağ kurmuşlardır. Uygarlığımız doğadan hem form, hem de işleyiş olarak etkilenmiştir. Binlerce yıllık bu süreçte, insan ve doğa arasında değişen ilişkiler, toplumların kültür oluşumlarında birincil etken olmasının yanı sıra, yeni sanat formlarının ortaya çıkmasında da büyük rol oynamıştır.

Doğa ve doğal olaylar, binyıllardır insanların düş güçlerinde, yaratılarında, yaşamlarında farklı şekillerde değerlendirilmiştir. Zamanın tanığı olan sanatçılar, kuşaklar boyunca eserlerinde, çevrelerini mimari mantık içinde ve estetik kaygıları ön planda bulundurarak kendi bakış açıları bağlamında görsel olarak belgelemişlerdir; ancak bütün sanat akımlarında ve bu akımlara dahil sayılan sanatçıların eserlerinde, dönemin felsefi, toplumsal ve politik tartışmalarının izdüşümleri görülmektedir.

## 2. Kuramsal Temeller

### 2.1. Doğa

“İnsanın dışında oluşan, herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın ortaya çıkan, gelişen her şey, örneğin toprak, toprak altı zenginlikler, su, hava, bitkiler, hayvanlar doğayı oluşturmaktadır.” (Keleş, 2005). Bu tanımdan da anlaşılacağı gibi, doğa insan varlığından ve etkisinden bağımsız bir şekilde yerkürenin canlı ve cansız unsurlarının bir bütünüdür. Dolayısıyla, doğal yaşam insan olmadan da sürebilir. Oysa insan yaşamak için doğadaki diğer bileşenlere bağımlıdır; hava, su, doğal döngüler, besin kaynakları gibi.

Toplumsal ekoloji yaklaşımının kurucusu Murray Bookchin insanın doğayla ilişkisinin nasıl şekilleneceği konusunda şu yorumu yapmaktadır: “Doğa nedir? İnsanlığın doğadaki yeri nedir? Toplumun doğal dünyayla ilişkisi nedir? Bir ekolojik çöküntü çağında bu soruları yanıtlamak gündelik yaşamlarımız

*açısından ve bizimle birlikte diğer yaşam biçimlerinin yüz yüze geleceği gelecek açısından büyük önem taşımaktadır. [...] Bunları yanıtlarken kullanacağımız tanımlar ve etik standartlar, sonuçta insan toplumunun doğal evrimi yaratıcı şekilde destekleyeceğini mi, yoksa kendimiz de dahil olmak üzere bütün kompleks yaşam-biçimleri açısından gezegenimizi yaşanmaz hale mi getireceğine karar verebilir.”(Bookchin,1996). Bu bağlamda insan, doğa ile ilişkisini yeniden tanımlama zorunluluğuyla karşı karşıyadır. Bu çalışmada, sanatçı duyarlılığının bu “yeniden tanımlama” sürecine, estetik ve sanatsal kaygıları da koruyarak, çevresel sorunlara dikkat çekmek ve toplumsal farkındalık yaratmak konusunda katkıda bulunduğu kabul edilmektedir.*

Doğa; sanat tarihi ve çevresel sanat akımlarının gelişimi açısından ele alındığı zaman ise, herhangi bir yerde yaşayan canlılar kadar, bu alanın ölçek ve boyutları da dahil olmak üzere, alana yapılan insan müdahalesinin yol açtığı etkilerin sanatçı tarafından izlendiği bir platform olarak algılanır.

Sosyolog Jacques Leenhardt, sanatçı Herman Prigann ile “Ekolojik Estetikler ya da Estetik Ekoloji” başlıklı söyleşisinde “doğa”yı dillerde tanımlaması en zor kavramlardan biri olarak ifade ederken, estetik ile ilişkilendirilmesindeki zorluğa önemli bir soru ile dikkat çekiyor. “*Dünyanın ve içindeki estetik değerlerin tüm yönlerini tespit etmek için kullanılan felsefi tanımlar sözlüğü içinde daha çelişkili bir kelime olamaz. Sözcüğün gerçek hayatta ve günlük dilde bu kadar çok konuşulması işleri kolaylaştırıyor. Yunanca kökeni olan “physis” sözcüğüne inerek en minimal şekilde açıklamak gerekirse, doğa kendi kurallarına göre kendiliğinden yetişen ve büyüyen tüm canlılardır. Bu tanımdan ilerlersek çağdaş ekolojik düşünce ilginç bir çelişkiye neden olur. Yaşayan canlılar olarak biz de doğanın bir parçasıyız. Ama kendi kültürümüz ‘insanın; doğanın değil kendi kurallarına göre yaşaması gerektiği’ fikrini oluşturmuştur. Batılı insan kendini doğadaki kültürel bir canlı olarak görür ve dolayısıyla ‘medeniyet’ insanın doğadan ayrıldığı bir süreç olarak tanımlanır. O zaman kültürün bir parçası olan estetik, doğa ile nasıl bir araya getirilir?” (Leenhardt Prigann, 2004)*

Sanat eleştirmeni ve yazar John K. Grande, modern toplumun doğaya yaklaşımını şöyle değerlendirmektedir: “*Sanatçılar çok uzun süreler doğadan ilhamalmıştır, ama son iki yüzyıldır ‘doğa’, bir sanat işinde olması gereken ‘konu’ haline gelmiştir, sanatçının mesajı ruhani ya da estetik ya da her ikisi olsa bile. Sanat hammaddesi ya da anlatım kaynağı doğa olsa bile ondan farklı kabul edilmiştir. Bu ayırım uygarlığımızın doğanın tanımı üzerindeki ikilemine kadar gidiyor. Doğa bir konu ya da genelleme değildir, o her yerdedir. İklim, bitki örtüsü, topografi ya da herhangi bir yaşam formu olarak sürekli bir varlığa sahiptir. Doğayla ilişkimizin kanıtları her yerdedir, ‘sadece parçaların bir araya getirilme şeklinde’ değil, insan yapımı ya d doğa her şeyin içindedir. Faks makineleri, betonarmeler, otomobiller, çelik ve cam, hepsi doğadan elde edilir, ama biz doğayı yine de çağdaş hayatımızın bir parçası olarak görmeyiz” (Grande, 1999).*

## 2. 2. Çevre

Çevre bilimleri, sanat tarihi, mimarlık, psikoloji, şehir planlaması gibi disiplinler “çevre” kavramını farklı açılardan ele alırlar. Çevre, birbirinden ayrılamaz gibi duran iki kavramın tam kesişme noktasında yer alır: İnsan ve Doğa. Birinin diğerine muhtaç olduğu, ama diğerinin onsuz da yapabildiği ve aslında onsuz var olduğu, birbirine karşı hem etken hem de edilgen konumlara sahip iki temel unsur. İşte çevre, yerkürenin bu iki aktörünün başrolünü oynadığı, süreklilik arz eden dramatik etkileşimlerin anlatımıdır (Parlak, 2004).

Keleş ve Hamamcı’ya göre çevre; insanın diğer insanlarla, kendi dışındaki bitki ve hayvanlar gibi tüm canlılarla ve hava, su, toprak, iklim, yeraltı kaynakları gibi cansız varlıklarla karşılıklı ilişki ve etkileşimlerini içerir (Keleş, Hamamcı, 2004). Bir başka tanıma göre çevre, canlıların yaşamasını sağlayan ve onları sürekli olarak etkileyen faktörler bütünüdür (Çepel, 1992).

Bir diğer tanım ise, biyotik (canlı) ve abiyotik (cansız) varlıklar ile bunların etkileşimlerinin bütünü olarak ifade etmektedir çevreyi (Parlak, 2004). Bu bağlamda çevre, tüm canlı organizmaları ve insanları etkileyen ve çevreleyen tüm dış ortam koşul ve unsurlarını içeren bir kavramdır (Öktem, 2003). Bu tanımlar arasındaki ortak nokta ise, canlı ve cansız varlıklar arasındaki karşılıklı ilişkiye ve bağımlılığa yapılan vurgudur.

İnsanın içinde yaşadığı, varlığını sürdürdüğü, özelliğini ve niteliğini fiziksel olarak algıladığı ortam anlamına gelen *fiziksel çevre* oluşumu bakımından iki grupta incelenir: Doğal çevre ve yapay çevre. Doğal çevre, insanın oluşumuna katkıda bulunmadığı ya da müdahale etmediği çevredir. Doğanın herhangi bir bölgesinde, coğrafya, bitki örtüsü, yeraltı ve yer üstü doğal kaynakları, mineraller gibi fiziksel özelliklerin oluşturduğu bütünsel yapı, o bölgenin doğal çevresidir. Doğal çevrenin temel özelliği, insan etkinliklerinden bağımsız olarak ortaya çıkmış olmasıdır. İnsan etkisinin henüz girmediği ya da önemli ölçüde müdahale etmediği bitki ve hayvan varlıkları ile doğal etken ve süreçlere bağlı olarak oluşan dağ, deniz, ova, göl gibi unsurlar doğal çevreyi oluşturur. Aslında insan da bu doğal çevrenin bir parçasıdır.

Yapay çevre ise, insanın bilgi ve kültür birikimine dayanarak, doğal çevresinde var olan yeraltı ve yerüstü zenginliklerini kullanarak yarattığı tüm değerler ve varlıklardan oluşan çevredir. Dolayısıyla yollar, köprüler,



yapılar, barajlar gibi yapay çevre unsurları, toplumsal ilişkiler çerçevesinde insanların bilgi ve deneyimleriyle, doğal yapı ve kaynakları dönüştürmesi sonunda ortaya çıkar. Kentsel ya da kırsal olma farkına bakılmaksızın, yerleşim birimlerinin hepsi yapay çevreyi oluştururlar (Yılmaz, 2005).

Yapay çevre öğelerinin temel özelliği, tamamen insan tarafından tasarlanıp gerçekleştirilmiş olmalarıdır. Çevre olgusunun bu özelliklerini göz önünde bulundurduğumuzda, çevresel sanat örnekleri olarak incelediğimiz eserlerin, hem doğal hem de yapay çevreyi; mekân, materyal ve anlam olarak kullandığını ve dönüştürdüğünü görürüz.

### 2. 3. Kültür

İnsana ilişkin bir kavram olarak kültür, tarih içerisinde yaratılan bir anlam ve önem sistemidir. Bir grup insanın bireysel ve toplu yaşamlarını anlamada, düzenlemede ve yapılandırmada kullandıkları inançlar ve adetler sistemidir (Parekh, 2002).

Türk Dil Kurumu'na göre ise kültür, tarihsel, toplumsal gelişme süreci içinde yaratılan bütün maddi ve manevi değerler ile bunları yaratmada, sonraki nesillere iletmeye kullanılan, insanın doğal ve toplumsal çevresine egemenliğinin ölçüsünü gösteren araçların bütünüdür.

Sosyolojik olarak, kültür bizi saran, insanlardan öğrendiğimiz toplumsal mirastır. Kültürün oluşmasında iki süreç vardır; birinci süreçte insan pasif ve alıcı konumdadır. Belli bir coğrafi çevrede yaşıyor, beslenme ve barınma ihtiyaçlarını orada gideriyordur. Doğayla kurulan bu öncül ilişki, yani ihtiyaçları doğrultusunda edindiği bilgi, dili, davranışları ve maddi üretim ve tüketim aletleri kültürün yaratılmasında birinci aşama olarak karşımıza çıkar. İkinci aşamada ise insan alıcı konumdan çıkar ve üretmeye başlar; yani yaşadığı çevreye etkin ve aktif bir güç olarak katılır.

Norbert Elias'a göre kültür ikiye ayrılmaktadır:

Birincisi; Almanca (die Kultur), net bir şekilde toplumun entelektüel, sanatsal ve tinsel durumunu anlatmak için kullanılan terimdir. İkincisi ise; İngilizce (civilisation), ekonomik, sosyal, teknolojik, ahlaki, dini gerçekleri açıklamak için kullanılan kültürdür. Buradan yola çıkarak çalışmaya ışık tutacak "Kültür" kavramı; entelektüel ve sanatsal birikime denk gelen "Kültür" olmalıdır.

### 2. 4. Sanat

Sanata ilişkin sözlerin ortak noktası, insanlık ile yaşıt olduğu üzerinedir. İnsanın bir etkinliği olarak ortaya çıkmış ve tüm insanlık tarihi boyunca da var olmuştur.

Sanatın nasıl tanımlanabileceğinin ortak cevabı, geçmiş tarihi süreçte kesin bir anlayışta verilememiştir. Farklı biçimler ile ifade edilmiş ve günümüze kadar da sanatın sayısız tanımı yapılmıştır. Günümüzde bu tanımlara çok değişik anlayışlar da katkı sağlamakta, sanatın ne olduğu ve ne olması gerektiği üzerine gün geçtikçe yeni görüş ve düşünceler eklenmektedir. İnsanlığın geçmiş sürecinde toplumların, kişilerin, kurumların istedikleri amaçlara ve devirlere göre yaptığı bu açıklamalar, sanatın kimliklerini zengin görüntülere kavuşturmuştur. Sanatı eksiksiz bir şekilde tanımlayabilmek çok güçtür; çünkü sanat, nesnel dünyanın, insanların bilinçaltına yansıtıkları estetik çözümlerle yakın ilişkilidir ve öznel, göreceli değerlere dayanır. İnsanların bilinçaltında oluşturdukları ve bilinçle kavradıklarının pek çok değişiklik içermesi, farklı şekillenmesi ve kabul görenlerin çeşitliliği kadar sonsuzluk içinde olması, bu tanımları bir noktada bitirememektedir. Sanatı basitçe tanımlamak gerekirse; estetik endişeler taşıyan biçim oluşturmaktır; ancak üzerinde durulması gereken asıl nokta, sanatın sadece insana özgü olduğu, insansı yaratım ve insancıl bir çalışma olmasıdır. Doğada kendiliğinden oluşan durumlar, olayların sonuçları ve diğer canlıların çabaları ile ortaya çıkanlar, sanat eseri değildir ve olamazlar. Sanatın ana özelliklerinden biri, insanın yaratıcı gücü ile birleşen iradeli bir eylem olmasıdır. Duyuş, düşünce, amaçlar, durum ya da olaylar, düş gücü ve beceri kullanılarak, deneyimlerden de yararlanılarak özgün bir biçime kavuşturulur. Bu yönüyle sanat etkinliktir ve insanlar tarafından, insanlar için oluşturulan, belirli bir nesneyi, özel bir biçimi üretmeyi amaçlayan bir çabadır. Yani çaba sistemli ve disiplinli bir çalışmadır (Şişman, 2011).

Sanat, insanlık tarihinin her döneminde var olan bir olgudur. İnsanlığın geçirdiği evrimler, yaşama bakışlarını, yaşama biçimlerini, sanata bakışlarını ve sanat biçimlerini değiştirmiş, her dönemde ve her toplumda sanat farklı görünümde ortaya çıkmıştır. Doğu'da ve Batı'da gelişimini ve çeşitliliğini değişik alanlarda gösteren sanat, yaşamın vazgeçilmez bir parçası olmuş, tarihi süreç içinde siyasi ve iktisadi durum ne olursa olsun var olmuştur. Toplum ve çevre etkileri, az ya da çok sanatın ve güzel sanatların gelişimini doğal olarak etkilemiştir (Altun,

2000).

Birçok dönemde, birçok uygarlık tarafından sanat farklı şekilde anlaşılmıştır. 18. yüzyıla gelene kadar hüner, beceri, is anlamına gelen sanatın, bu dönemden sonra ideal doğanın bir taklidi olduğuna karar verilmiştir. Bu yüzyıldan sonra bilim, sanatı etkilemeye başlamış ve sanatçı insan doğasının bilimi hakkında biçimlendirilmiştir. 19. yüzyılda oluşan modern sanat kavramında ise modern sanatçının ölçütü güzelden çok gerçektir. Ve bu anlamda modern sanat doğa bilimleriyle yan yana ilerler. 1900'lü yıllara gelindiğinde ise artık sanat yapınının temeli doğa değil, ideadır (kavramsal, geometrik, mimari bir öge). Sonuç olarak bunu söylemek gerekir; sanat, tarih boyunca farklı devirlerde, farklı uygarlıklarda türlü şekillerde yaşanmış ve tasvir edilmiştir. Günümüze kadar farklı kavramsal olgulardan geçerek, olgunlaşarak, değişime uğrayarak gelmiştir.

Sanatçı sanatının yaratımı aşamasında, önceden yaşadıklarını kendinde canlandırır. Bir anlamda kendisini ifade edecek esere yoğunlaşır. Yaratımında ifade etmek istediği benzer duyguları, düşünceleri başkaları ile paylaşmak için ve onların da bu düşünceleri, duyguları hissedebilmesine yönelik olarak bir dizi çalışmaya girer ve sonunda sanat eserini oluşturur.

“Sanat” kelimesi, Arapça’da “sanea” fiilinin kökünden alınmıştır. “Bir işi yapmak” anlamındadır. Doğada kendi kendine oluşmayıp insanın oluşturduğu eserlere sanat denilmiştir. Bu kelime dilimize yerleşmiş ve tamamıyla Türkçeleşmiştir. Eski Yunanca’da bu anlamda kullanılan kelime , “areti”dir. “Birleştirmek, uydurmak şeklinde yapmak” anlamındadır. Latince’de “ars” şeklini alan kelime, İtalyanca’da “arte” ve Fransızca’da “art” olarak günümüzde kullanılan şekline kavuşmuştur. Eski Türkçe’de “ar” kelimesi, saf ve güzel anlamına gelmektedir.

Halk arasında sanat, “güzel olan ve hoş giden şey” olarak tarif edilir. Bu tarif özünde doğru şeyleri ifade etse de, kullanıldığı anlamlar açısından bakıldığında, eksik ve yanıltıcı içeriğe sahiptir. Güzellik açısından bakıldığında, sanatta güzellik vardır; ancak bu güzellik sanatçının var olduğu, sanatçının idealize ederek ifade etmeyi amaçladığı ve gerçekleştirmeye çalıştığı bir güzelliştir. Bu güzellik iradi, disiplinli çalışma karşılığında bilerek ve isteyerek oluşturulmuştur. Doğada kendiliğinden oluşmuş ya da oluşan, haz alma ve hoş gitmeyi sağlayan, “güzel şeyler” olarak sayılanlar sanat eseri değildir. Güneşin batışındaki doğanın oluşturduğu olağanüstü durumlar, insanın dışındaki varlıkların oluşturduğu (arı peteği, örümcek ağı vb.) şeyler, güzel olsalar da sanat eseri değildir. Sanat eseri mutlaka insanın iradeli bir çalışması, duyuş ve duygu yükleri yanında, maddeye insan emeğinin katılımı ile gerçekleşir. Hoşa gitme açısından bakıldığında, sanatta hoş gitme isteğinin karşılanması vardır; ancak bu hoş gitme bir yemeğin, kokunun hoş gitmesi ile ilintili değildir. Yani sadece hoşlanma duygularını oluşturan şeyler sanat eseri olamazlar. İster insanın elinden çıksın, ister doğada kendiliğinden oluşsun, hoş gitse ve güzellik taşısa bile düşünce, duyuş, yaratıcılık ve kalıcılık içermeyen yapıtlar sanat eseri olamazlar. Bir biçimde ortaya çıkan sanat gerçekliğinin mutlaka düşünce, duyuş, iradeli çalışma sonucunda oluşturulan yaratıcılık ve kalıcılık niteliklerine sahip olması gerekir.

Doğadaki maddeleri beceri, ustalıklı işe yarar hale getirmek de halk arasında sanat olarak isimlendirilir. Bu tür çalışmaları da sanattan ayrı tutmak gerekir. Duvar örmek, bez dokumak, marangozluk gibi beceriler sanat değil “zanaat” olarak isimlendirilir. Bu kelime de Arapça “sani” kelimesinden gelmiştir. “İş yapma” anlamındadır. Arapların kullandığı “snaat” kelimesi, Türkçe’de “zanaat” kelimesi haline gelmiştir. Beceri ve el ustalığı ile yapılan işler için bu kelimeyi kullanmak daha doğrudur.

## 2. 5. Mimari

Mimarlık, sadece inşa etme sanatı değil yapıları biçimlerin gerçeği olan güzellikten ayrılmadan ve ona bağlı kalarak inşa etme sanatıdır (Şişman, 2011).

İnsanlar tarafından kullanılmaya uygun bir işlevi, uzun süre ayakta kalabilecek sağlamlıkta bir duygu, düşünce ve deneyimi aktarabilecek biçimi olması gerekir. Mekan ve büyüklüğe sahiptir. Mimaride esas olan, biçim ve mekandır.

Resim iki boyutlu, heykel üç boyutlu olduğu halde, mimari bunlardan farklı olarak dördüncü boyuta sahiptir. Bu dördüncü boyut, mimari eserin içinde eylemlerde bulunulma olanağından gelmektedir. Mimari eseri kullananlar onun içinde ve dışında sürekli olarak eylemlerde bulunabilir ve eseri bu noktalardan değişken olarak kullanımına göre algılayabilir. Ayrıca aynı mekanı değişen zaman içinde farklı yaşantılar ile de kullanılabilir; bu sayede de farklı sanatsal yaşantılar ortaya çıkar.

Süs ve biçim, sanat zevkini oluşturan öğelerdir. Tüm mimari yapılar belli bir faydaya hizmet için yapılır. Sadece sanatsal amaç için yapılmış mimari yapıya hiçbir yerde rastlanmaz. Saray, ev, cami, müze, kilise gibi hangi konuya ait olursa olsun mimari yapılar, sonuç olarak bir fayda amacı güderler.

Bir mimari eserin özelliği olmasını şu çizgilerle ifade edebiliriz (Şişman, 2011):

- Fonksiyon: Mimari eserin yapılış sebebidir.
- Kütle Kompozisyonu: Blok olarak binanın ana yapısıdır. Kütle etkisini yaratan elemanların kendi içindeki organizasyonlarıdır.
- Süs ve Biçim: Sanat zevkini oluşturan, onu kişilikli kılan bezemelerdir.

Mimari yapılar şu şekilde sınıflandırılır (Şişman, 2011):

- 1- Yapıların Amaçlarına Göre Mimari: Dini, sivil, askeri mimari...
- 2- Kullanılan Malzemeye Göre Mimari: Ahşap, tuğla, taş mimari...
- 3- Ait Oldukları Kültüre Göre Mimari: Türk, Yunan, Japon mimarileri...
- 4- Üsluplarına Göre Mimari: Gotik, Barok, Rokoko...
- 5- Dönemlerine Göre Mimari: İlkçağ, Ortaçağ mimarisi...

## 2. 6. Mekan

Mekanın sözlük karşılığı; 'boşluk, yer' dir. Tasavvuftaki anlamı ise; 'oluş eyleminin gerçekleştiği yer, varlıkların görünüş alanı'dır. (Türkçe sözlük,1974). Çevrenin ilk anda algılanan çok boyutlu görünümüne "mekan" denilebilir. (Karabey, 1980, s.25). Mekanın ilk tanımını yapan Aristoteles'e göre ise mekan; "Tüm yön ve özellikleri içeren yerlerden oluşan dinamik bir alandır". (Partorekes,1992,s:36).

American Heritage sözlüğü mekanı, "günlük deneyimin üç boyutlu alanı içinde belirli bir geometrik durumu sağlayan bir dizi eleman; belirli sınırlar içinde hacmin alanı" olarak tanımlamaktadır.

Dr. Kuban, mimarinin, içinde yaşayan ve insanı doğal çevreden ayıran bir özel boşluğun ortaya çıkması ile başladığını, "mekan" diye adlandırılan bu özel boşluğun ise mimariyi diğer yapı eylemlerinden ayırdığını ifade etmiştir. (Kuban, 1990, s.15).

Wright' a göre; insan ve mekan çok yakın ilişki içindedir. Wright şöyle demektedir; "İç mekan, binanın ruhu olan kendisidir. İçinde yaşadığımız oda veya salon bu mekanın bir parçasıdır, ona aittir, onunla beraberdir, ondan doğmadır. İçinde yaşanan mekan bir bütün olarak bu şekilde düşünüldüğü zamandır ki, bu mekan mimarinin ta kendisidir denilebilir." (Bozkurt, 1962,s.7).

İnsan içinde yaşadığı boşluğu tanımlanabilir kılar. İnsanın boşluğu tanımlayıp biçimlendirmesi mümkün olabileceği gibi, bunun tam tersi, yani mekanın insanın yaşantısını biçimlendirmesi de mümkündür. İnsan aktiviteleri bu boşluk içinde gerçekleşir. Biz mekanın fonksiyonel olması, insan yaşantısını kolaylaştırabileceği gibi tam tersi de mümkündür. Mekan, insanın içinde yaşadığı bir "yaşamsal çevre"dir. N. Eldem; 'yaşamsal çevre' yi şöyle tanımlamıştır; "Yaşamsal çevre, birbirine takılı irili ufaklı, doğal ve yapay boşluklardan oluşan süngersi bir kurgudur. Odadan sokağa, meydana stadyuma, şehirlerarası alanlara uzanan..." (Eldem, 1991, s.102). İnsanın boşluğu tanımlayabilmesi, çeşitli sınırlar yardımıyla mümkün olabilir. Scott, mekanı "boşlukların sınırlandığı yer" olarak tanımlamış ve mekanın mimarlıkta malzeme olarak kullanıldığını eklemiştir. (Zevi, 1990, s.83).

## 3. Araştırma Bulguları

### 3. 1. Kentsel Tasarım Ölçeğinde Kimlik-Sanat İlişkisi

Kentsel kimlik bir kentin, doğal ve yapay elemanları ve sosyo-kültürel özellikleriyle tanımlanmaktadır. Kentler özgün karakterleri ile kimlik kazanmaktadırlar. Bir kentin kimliğinde o kentin belirgin ve öne çıkan özellikleri belirleyici olmaktadır. Bazı kentler mekansal özellikleri ile öne çıkarken bazı kentler sosyo-kültürel özellikleri ile ön plana çıkmaktadır. Ancak önemli olan bunlar arasındaki ilişkilerin kurulmasıdır. Yani kentler doğal karakterlerine göre, bu karakterlerle uyum içinde olan, kentin doğal özelliklerinin dikkate alındığı yapay öğeler

tarafından oluşturulmalı ve mekanda yaşayan insanlar tarafından sahiplenilip benimsenebilmelidir. Bu durumda kentin, dolayısıyla kentlinin kimliğinden bahsedilebilmektedir. Kentin kimliği veya kimlikleri orada yaşayan insanların kültürlerinin bir göstergesi olmalıdır. Kentin oluşan fiziksel yapısından öte önemli olan kente özgü havanın, anlamın, efsanenin, öykünün yaratılmasıdır. Bu öyküde ancak orada yaşayan insanlar tarafından dile getirilebilecektir. Bir kentte yaratılan daha önceki öykü bugünkü kent kimliğinden farklı bir kimliğe sahip olabilmektedir. Bu kimlik değişikliği kentsel değerlerdeki değişimin sonucu olup kentsel kültürdeki dinamik öğelerin neden olduğu bir olgudur. Ekonomik, sosyal, kültürel, dini, ideolojik, bilimsel, sanatsal değişimler, yeni yaklaşımlar kentli bireyin yeni bir kimlik sahibi olmasına neden olmaktadır. Kentli yaşadığı ortamda yer alan nesnel ve tinsel değerlere sahip çıktığı, kentsel değerlerin yaratıcısı olduğu oranda kentler de kimliklere sahip olacak, zamanla bu kimlikler yeniden üretilecek ve değişecektir (Can, 1999).

Bugünün kentleri kimliklerini ya kaybetmekte ya da yeni kimlikler üretememekte ve belirsizlikler yaşamaktadır. Kentlerin kimlik sorunu hem kültürel hem de fiziksel alanlarda görülmektedir. Her şeyden önce kentli birey yaşadığı ortamdan memnun değildir ve kendini bulunduğu mekana ait hissetmemektedir. Bu yabancılaşma çocukluğunu geçirdiği sokakta, çalıştığı iş yerinde, yaşadığı konutta, eğlendiği ve dinlendiği alanda, diğer insanlarla bir araya geldiği toplanma mekanlarında kısaca bulunduğu kentin bütününde görülmektedir. İnsanoğlu kendinden bir şey katabileceği ya da kendisine bir şey katacak mekanlarla buluşamamaktadır.

Son yıllarda, kentsel kimlik arayışının küreselleşmeyle önem kazandığı ve özgün kentsel modellere olan özlemin arttığı gözlenmektedir. Kentsel kimlik oluşumunda etkili olan öğeler özelinde, araştırmanın önemli bir bölümünü oluşturan kent sanatı ya da kentsel sanat; kenti bir sanat yaratması, bir sanat ürünü olarak ele almaktadır.

Bildiri konusu kent mekanı ve açık alan olduğu için bu bildirinin konusunu oluşturan plastik sanatlar kavramının içini genellikle heykel sanatı dolduracaktır. Çünkü “heykel doğumundan itibaren bir açık alan sanatıdır ve anıt mantığı içinde gelişmiştir” (Duby, 1990). Öte yandan “Anıt, dikildiği yerin anlamı ya da kullanımı hakkında simgesel bir dille konuşan, genellikle dikey ve figüratif olan heykeldir. Temsil ve işaretleme anıtın işidir” (Krauss, 2002) dolayısıyla anıtın mekanla tarihi, kültürel, sembolik bağlantısı vardır. Fakat genellikle anıt ve mekan arasındaki bağı siyasi iktidarlar belirler. Uygarlık tarihi içinde, anıtlar konuları ve mekanlarıyla resmi tarihin yazılması ve yaşatılması için bir araç olarak kullanılmıştır. Siyasi iktidarların örgütlenme sürecinde, kamusal alanda plastik sanatların olanaklarından sonuna kadar yararlanmışlardır. Siyasi iktidarın el değiştirmesi durumunda önceki iktidarın sembolleri kamusal alanlardan kaldırılır. Yeni iktidarın meşruiyetine kamusal alanlardaki heykeller ve mimari yapılar tanıklık eder.

### **3. 2. Mekanların Yaratımında Sanatın Gerekliliği**

Yirmibirinci yüzyıl, ekonomik, kültürel ve teknolojik olarak büyük dönüşümlerin yaşandığı bir dönemdir. Son yıllar içinde daha önce hiç görülmemiş sıklıkta teknolojik devrimler olmuş, yaşam standartlarında büyük değişiklikler görülmeye başlanmıştır. Bu değişiklik ve dönüşümlerin etkilerini gündelik yaşantılarında en fazla hissedenler kentli bireylerdir. Kentlinin nesnel dünyayı algılayışı görsel bir karmaşayla sınırlanmıştır. Görsel kanalları kullanarak bireylere ulaşan sayısız veri içinde, kentlilerin gerçekliği algılamaları güçleşmiştir. Hem madden hem de bilgi akışı anlamında bir hızlanma içinde bireyler çok önemli adaptasyon problemleriyle yüz yüze gelmişlerdir. Bireyler artık kendilerini içinde yaşadıkları ortamda konumlandırmakta ve ona adapte olmakta güçlük çekmektedirler. Bu güçlük kentli bireylerin yaşamlarında artık alışageldikleri bir sorun olarak onlarla birlikte yaşamaktadır. Başka bir deyişle, endüstri çağı kendine özgü yaşam biçimini beraberinde getirmiş ve bu yaşam biçimi psikolojik açmazlara neden olarak bireyde “kendine ve topluma karşı yabancılaşma” sorununu doğurmuştur.

İyi düzenlenmiş mekanlar, bireylerin davranışlarını olumlu yönde etkileyecek, yaratıcılıklarını geliştirecek en önemli etmenlerin başında gelmektedir. “Mekan”, içinde belirli eylemlerin yer aldığı fiziksel çevre parçaları olarak tanımlandığında; kişi-mekan ilişkileri açısından bakıldığında mekansal yapı içinde çevreyi oluşturan nesnelere, biçimiyle, rengiyle o çevrede yaşayan kişiyi uyarıcı, yaşama ritmini belirleyici nitelikler kazanmaktadır. Mekansal yapı içindeki bu nesnelere birey üzerindeki etkinliği düşünülürse, toplumsal yaşam alanlarına sanat öğesinin sokulması gereği gündeme gelmelidir.

Sanatın kent mekanlarına götürülmesi, hem çevreye katkıda bulunacak, hem de insanı çevresine karşı daha duyarlı yapacaktır. Mevcut yaşama ortamları, insanların gereksinimlerini tam karşılayamadığı gibi, yaratılan mekanik çevre bireyi hasta etmekte, bunalıma sürüklemektedir. Bu nedenle çocuk oyun bahçelerinden, parklara, caddelere, binalara kısacası günlük hayatın geçtiği mekanlara sanatı götürmek gerekmektedir. Sanatı insanın dışında, algılanması zor ve zahmetli mekanlarda değil, insanı sanatın içinde yaşatmak çağın gereği olmuştur. Bireyin toplumsal yaşam mekanlarında sanatla iç içe olması, hem ruh sağlığı açısından hem de kültür olgunlaşmaları ve değişimlerine uyum sağlaması açısından önem taşımaktadır. Müzeler, sanat galerileri, çağdaş

yaşamın hızlı temposu içinde yaşamak durumunda olan insanın sanat gereksinmelerini karşılamaya yetmemektedir. Sanatın yalnız müzelerde, sanat galerilerinde görünür durumdan çıkartılıp, caddelere, meydanlara taşırılması, günlük yaşamın içine girmesi daha geniş kitlelerin pay alması yönünden uygulanabilecek yöntemlerin en önemlilerinden biridir.

### **3. 3. Kentsel ve Mimari Dokunun Oluşumunda Güzel Sanatlardan Yararlanma Olanakları**

Kent dokusu kente ait tüm öğeleri ile bir bütündür. Kenti oluşturan yapılar, yapı cepheleri, sokaklar ve meydanlar, kentsel açık alanlar, parklar ve kentsel açık alanların vazgeçilmez parçaları olan kent mobilyaları çeşitli sanatsal çalışmalar için olanaklar sunmaktadır. Kente anlam ve bütünlük sağlayan, kentin okunabilirliğinde ve imgeleminde önemli bir yere sahip olan bu öğelere yapılacak plastik müdahaleler, bu öğeleri bir sanat ürünü olarak değerlendirmenin yanında kent bütününe de bir sanat yaratması olarak ele alınmasını gerektirmektedir.

Sanatın özgünlüğünden yararlanılarak oluşturulan kent dokusu, kentli bireyi yaşadığı mekana adapte etmekte ve bugünün çevresine yabancılaşan bireyini aktif kılmaktadır.

Sanatı yaşadığı mekanın tüm dokularında hisseden birey kendi kimliğini ve ait olduğu mekanın kimliğini daha kolay algılayabilir duruma gelmektedir.

### **3. 4. Çağdaş-Çevresel Sanat Kavramı ve Küreselleşme Olgusu**

1960'ların politik ve toplumsal hareketliliği, sanat alanında da radikal değişim ve sorgulamaları ortaya çıkarmıştır. Resmin ve heykelin tanımını, sınırlarını sorgulayan ve zorlayan sanatçılar, hem ele aldıkları kavram ve konular ile hem de eserlerini oluşturdukları materyaller ile sanatı yaşamın merkezine yerleştirdiler. 1960'ların başlarında minimalist hareketi takiben tuvallerini bir köşeye kaldıran sanatçılar, doğal ortamlarda "alana özgü" (site specific) işler gerçekleştirirken ya da dış mekânlarda doğal malzemeler kullanırken, sadece sergi ve galeri gibi kurumlarda izlenebilen eserlerin sanat olması fikrini reddediyorlardı. Gerçekleştirdikleri eserler; satın alınmayan, koleksiyonlara dahil edilemeyen ve dolayısıyla da sanatı metalaştırmayan çalışmalarıdır. Aşırı tüketim toplumunda yeni objeler yaratmayı reddeden bu sanatçılar, yalnızca var olan objelere eklemeler yapmayı tercih ettiler. Hem kentsel alanlarda, hem de doğada "beyaz küp"ün dışındaki mekânlarda çalışma stratejileri oluşturdular. Bu dönemde ortaya çıkan ve sanat objesi üzerine odaklanma kaygısından uzaklaşan Fluxus, Land Art, Arte Povera gibi akımlar, doğal dünyaya karşı duyarlılığı da içinde barındırmaktaydı. Bunun sonucu olarak, artık sadece nesneyi irdeleyen bir düşünce arayışında olmayan yeni bir sanatsal düzlem oluşturulmuştur. Böylece sanatçılar doğal süreç ve aktiviteleri ekolojik-çevresel bağlamlara oturtarak, doğayı sadece görüntüsü ya da malzemesiyle değil, bir ilişkiler bütünü olarak sunmuşlardır.

20. yüzyılın son çeyreği aynı zamanda doğal dünyanın uğradığı geri döndürülemez tahribata ilişkin endişelerin de arttığı bir dönemdir. Greenpeace, Friends of Earth gibi örgütler ekolojik sorunları yerel, ulusal ve uluslararası gündeme taşıdılar. Benzer şekilde birçok sanatçı, doğa kavramını sadece estetik değil, çevre korumacı bir yaklaşımla ele almaya başladı. Bu sanatçılar yaşadığımız dünyayı toplumsal ve ekolojik olarak iyileştirme konuları hakkında bilinç yaratma üzerine emek harcadı. Böylece, oluşan çevresel sanat akımıyla birlikte sanat; restorasyon, eğitim, çevre bilimleri ve birçok akademik disiplinle işbirliği içinde, doğa ve insan arasında korunabilir bir denge kurma aracı oldu.

Günümüz tüketim dünyasını en iyi temsil eden materyallerden biri olan plastik alışveriş poşetlerini yaptığı heykel, enstalasyon ve asambrajların temel malzemesi olarak kullanan Amerikalı sanatçı Dianna Cohen, sanatçı sorumluluğu ile ilgili görüşlerini şöyle ifade etmektedir: "Sanatçıların; sanat, kültür, adalet, insan hakları, ekoloji, yenilenebilir kaynaklar, kentleşme, doğaya geri dönüş, tarım, politika, ekosistem, dünya, kısaca tüm gezegenle ilgili her şeyi içeren konularla diyalog içinde olma gibi bir sorumluluğu vardır. Bu yüzden kendi sanatımızı yaratıyoruz ve açıkçası, eğer yeni fikirler üretmezsek ve medya aracılığıyla bu konuları gündeme getirmezsek kim getirir?" (Remains of the Day, 2007). Yeni milenyumla birlikte sanatçılar, küresel ısınma ve iklim değişikliği; çevresel kirlilik; biyolojik çeşitliliğin azalması; türlerin yok oluşu; salgın hastalıklar; savaşlar; genetik teknoloji gibi konularla daha fazla ilgilenmeye başladılar. Böylelikle toplumsal ve çevresel konulardaki aktif ve uygulayıcı rollerini geliştirip ortak kültürel ihtiyaçlara yanıt aramaya başlayan sanatçıların bu eserleri, dünyayı iyileştirmeye çalışan eylemler olarak görülebilir.

### **3. 5. Kapsayıcı Bir Tanım Olarak Çevresel Sanat Kavramı**

Doğa ve doğa ile ilgili sanatsal tanımlamalarda görülen süreklilik ve değişim, kavramın eklektik yapısından kaynaklanır. Sanatçıların doğa ile çalışmaları birçok farklı şekilde ortaya çıkmakta ve bu işler ayırt edici özellikleri belirlemede zorlanılan birçok kategoride ele alınmaktadır.

Doğa ile ilk elden temas kuran oluşumlardan biri olan Yeryüzü sanatı (Earth art/Earthworks) 1960'ların sonlarından bugüne değin doğal malzemelerle dış mekanlarda yapılan sanat işlerini kapsayan bir terimdir. Bir diğer akım olan Arazi sanatı (Land art) ise daha çok 1970'lerin başlarında kullanılmaya başlanmış, yeryüzü sanatı ile hemen hemen aynı anlama gelen, ölçek olarak daha büyük ve çevresel etkileri konu almak zorunda olmayan sanat eserlerini ifade etmektedir. Çevresel sanat (Environmental art) akımını ise 1960'larda çevresel hareketle birlikte ortaya çıkan, amacı; doğaya karşı bir saygı geliştirerek toplumu çevresel sorunlar ve bunların çözümleri hakkında eğitmek, zarar görmüş alanları sanat yoluyla tekrar kullanılabilir hale getirerek çevrenin, doğanın sağlığını düzen bir sanatsal hareket olarak nitelendirebiliriz. Bu akımın eserlerini incelediğimizde karşımıza şöyle özellikler çıkar; "Bir çevresel sanat yapıtı, geleneksel bir yapıttan öncelikle tek başına algılanamama özelliğiyle ayrılır. Bu tür bir ürün, ister bir yapının içinde, ister kentsel mekânda, isterse de doğada yer alsın, ancak dolaşarak kavranabilecek boyut ve niteliktedir. Başka bir anlatımla, doğal ya da inşa edilmiş çevre, sanat yapıtı olarak düzenlenmekte ya da kendi ölçeğine uygun bir yapıtıla donatılmaktadır." (Sözen, Tanyeli, 2003). Ayrıca, yukarıdaki tanıma ek olarak; çevresel sanatı aktivizmle ilgili çağrışımları olan geniş bir terim olarak ele almalıyız.

Çağdaş sanat pratikleri içinde doğayı merkeze alan akımlar arasında kesin ayrımlar yapmak ve sınırlar çizmek neredeyse olanaksızdır. Bu akımların ve terimlerin hepsi literatürde birbirlerinin yerine kullanılabilir. Dolayısıyla, aynı eseri birkaç farklı akım içinde görebilmemiz mümkündür. Örnek olarak Michael Heizer'ın Double Negative adlı eserini çevresel sanat, arazi sanatı, yeryüzü sanatı ve alana özgü sanat (site specific art) başlıkları altında bulup inceleyebiliriz.

Günümüzde çevresel sanat kavramı; "ekolojik sanat" ya da İngilizcede kullanılan kavramın kısaltılmış karşılığıyla "ekosanat" (ecoart) olarak da kullanılabilir. Ekolojik sanat, bilimsel konuları da kapsayan ekolojik sorunlara estetik ve sanatsal çözümler öneren bir terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bazı eleştirmen ve yazarlara göre ekolojik sanat, günümüzde en özlü ve kısa terim olarak, tüm kavramları kapsayan öz bir anlatıma sahiptir. Böylece, 1960'larda başlayan çağdaş anlamda sanat-doğa ilişkisi, günümüzde ekolojik sanat anlayışına evrildiği ileri sürülebilir. Ancak literatürde, çevresel sanat ve ekolojik sanat terimlerinin sık sık birbirlerinin yerine kullanıldığını da görmekteyiz.

Jale Erzen, sanatın özellikle çevre ve yeryüzü sanatı için önemli üç özelliğinden bahsetmektedir. İlk olarak sanat, kentleşme öncesi dönemde en geleneksel haliyle bile, insanlığın ya da ait olduğu toplumun düşünleri, kaygıları ve yöneldiği sorunlar üzerine odaklanmıştır. Modern sanatta da yoğunlukla karşılaşacağımız içerik o günün felsefesi ve söylemleri ile paralel olacaktır. İkinci özellik, kentleşme ile birlikte, 16. Yüzyıldan itibaren, laikleşen toplumda sanatın, kültür dışında bir eylem olarak gelişmesidir. Sanat kendi kuralları olan bir alandır ve sanattaki davranışlar geçerli kültür değerlerine karşı olabilir; kültürün pratik ya da tinsel anlamda yararlı gördüğü şeylerle çelişebilir. Son olarak sanatın en önemli değeri oluşum sürecidir; özellikle 20. yüzyılda süreç, ürünün önünde bir değer taşımaktadır. Bu noktada önemli olan nesne değil, yaratma deneyimi (ki bu yaratma deneyimi izleyicinin algılama sürecinde de vardır) ve dolayısıyla da insanın varoluşunun gerçekleşmesidir. Bu açıklamalar ışığında yeryüzü ya da çevre sanatının kültürel değer ve yararlılıkla bağdaşmasının zorunlu olmadığı ancak, sanatın doğal olarak felsefi ve toplumsal söylemlerle ilgilendiği ve yapılan sanatın önce deneyim, yaşantı, arayış süreci olarak önemli olduğu anlaşılabilir (Erzen, 1997). Eserlerinde ruhani deneyim, arayış ve an duygusunu hissettiğimiz Andy Goldsworthy'nin doğada yaptığı düzenlemelerini; Richard Long'un yürüyüşlerini; kendi bedeni üzerinden, toprak, bitki, çamur gibi doğal malzemeler kullanarak yaptığı performanslar ile "kadın" ve "doğa ana" kavramlarını, feminist bir söylem içinde irdeleyen Ana Mendieta'yı ve döneminin toplumsal ve felsefi tartışmalardan hiç uzak kalmayan Joseph Beuys'un performanslarını Erzen'in açıkladığı kavramsal çerçevede içinde ele alabiliriz.

#### 4. Sonuç

İçinde bulunduğumuz kent modern dünyanın kenti. Modernleşmeyle birlikte, sanat yapıtı ile kentsel mekan arasındaki ilişki farklı biçimler gösteriyor. Geleneksel dünyada kentsel mekan içinde yer alan öğelerin birbirinden ayrılmadığını, başka bir deyişle organik bir bütünlük oluşturduğunu biliyoruz. Bu bütünlüğün geleneksel dünyadaki özne/nesne bütünlüğünden kaynaklandığını söyleyebiliriz. Geleneksel kentte, özne ile nesne arasında bir mesafe olmaması, kent öğelerinin de mesafeye değil, zorunlu ve kendiliğinden yani doğal bir eklenmeyle bütüne katılmasını getirir. Bu kentteki anıtsal yapılar ya da bugün anakronik bir bakışla "sanat yapıtı" diye tanımladığımız öğeler, kent bütünlüğünden ayrılmış nesnelere değildir. Bu ayrışma modernleşmeyle birlikte karşımıza çıkıyor. Tarihten devralınmış kentsel öğeler de yeniden ele alınıyor ve kent bağlamına "özerk

birimler” olarak geri veriliyor. Bu durum, modernizmle birlikte daha da uç noktaya taşınıyor ve kentsel bağlamı dönüştürme savındaki modernist bakış, bu bağlamın soyutlanmış öğeleri arasında bir hiyerarşi kurarken sanat nesnesini de özelleşmiş bir konuma oturtuyor (Köksal, 2009).

İlk çağlardan günümüze, insanlığın var oluşuyla başlayan, sanat ve kentsel mekanda sanat arayışı teknolojik gelişmelerle sürüyor. Kentte sanatın yardımı ile kimlikleşme ve var olan kimliği korumaya odaklanılıyor. Sanat modern kentlerin büyük sorunlarının çözümünde etkili olabilir, kamusal alanı geliştirebilir, kent içinde kamusal alanlar yaratabilir. Uygulama mekanı olarak kentin açık alanlarını tercih eden çağdaş sanat etkinlikleri çerçevesinde üretilen plastik sanat eserlerinin mekanla kurduğu ilişkinin niteliğini, etkinliklerin örgütlenme biçimi, sponsorluk ve küratörlük kurumları belirlemektedir. Kent mekanıyla diyalog kuran, mekanı dönüştüren, onun içinde dönüşen ve anlam kazanan işlerin ortaya çıkması için, kentin ve ülkenin, kültürel ve ekonomik verilerini göz önüne almak gerekir. Küresel sanat ortamında geçerli olan değerlerin benimsenme sürecinde o kentte yaşayanların değerleri, alışkanlıkları, yaşam biçimi hiçe sayılıyor, sanat sadece küresel düzlemde bir azınlık için üretiliyorsa yaşayan, dönüşen ve dönüştüren, katılımcı çağdaş sanat ürünlerinin kent mekanına sızması mümkün olmayacaktır.

## 5. Kaynakça

- Ruşen Keleş ve Can Hamamcı, Çevre Politikası (5.baskı), Ankara, İmge Yayınevi, 2005, s.40.*
- Meltem Yılmaz, “Mimarlık ve Çevre”, Çevre ve Politika: Başka Bir Dünya Özlemi (Ed. Ayşegül Mengi), Ankara, İmge, 2007, s.78; Kazım Yıldız vd., Çevre Bilimi (2. baskı), Ankara, Gündüz Yay., 2005, s.14.*
- Şişman, A., 2011, Sanata ve Sanat Kavramlarına Giriş, sf. 14, İstanbul*
- Altun, A., 2000, İstanbul Üniversitesi Rektörlüğü, Güzel Sanatlar Başkanlığı, Güzel Sanatlar Ders Notları, İstanbul*
- Şişman, A., 2011, Sanata ve Sanat Kavramlarına Giriş, sf. 6, İstanbul*
- Duby, G., L'art et La Ville, Skira, Cenevre, 1990, s:7.*
- Krauss, R., Mekana Yayılan Heykel, Sanat Dünyamız sayı 82, İstanbul, 2002, s:114.*
- Krauss,R., Mekana Yayılan Heykel, Sanat Dünyamız sayı 82, İstanbul, 2002, s:115.*
- “Remains of the Day”, Art Ltd. West Coast Art+Design, May 2007, s.81.*
- Erzen,J., “Çevre, Yeryüzü ve Sanat”, Sanat ve Çevre (Der. Zeynep Aktüre), Ankara, Sanart, 1997, s.91.*
- Grande, J., “Nils Udo: Nature Works”, Sculpture Magazine, Vol.18, No.7, September 1999,*
- Sözen, M., ve Tanyeli, U., Sanat Kavram ve Terimleri Sözlüğü (7. baskı), İstanbul, Remzi Kitabevi, 2003, s.190.*
- Bookchin, M., Toplumsal Ekolojinin Felsefesi, Türkçesi: Rahmi G. Ögdül, İstanbul, Kabalcı Yayınevi, 1996, s.21.*
- Öktem, M., Kent, Çevre ve Globalleşme, İstanbul, Alfa, 2003, s.37.*
- Parlak, B., “Çevre-Ekoloji-Çevrebilim: Kavramsal Bir Tartışma”, Çevre Sorunlarına Çağdaş Yaklaşımlar (Ed. M.C. Marın ve U. Yıldırım), İstanbul, Beta, 2004, s.15.*
- Çepel,N., Doğa, Çevre, Ekoloji ve İnsanlığın Ekolojik Sorunları, İstanbul, Altın Kitaplar, 1992, s.11.*
- Parekh, B.,Çokkültürlülüğü Yeniden Düşünmek, Phoenix Yay., Ankara, 2002*

# International Conference on New Trends in Architecture and Interior Designing

## Preservation and high-tech go hand in hand

**Gamze Kaymak Heinz\***

Hertha Firnberg-str. 9/4/447, Vienna 1100, Austria

---

### Abstract

For decades Modernism has been invoked to justify the preservation of historical buildings, and many buildings have been successfully conserved. Now the architectural icons of Modernism are themselves perceived as historically significant, so that their preservation has to be ensured for the next generations. The historical city centre of Vienna is already to be found on UNESCO's world heritage list. The Federal Heritage Office in Vienna also supports culturally and ecologically sustainable management of modern architecture, and sounds out the limits of technological possibilities to secure the artistic and cultural heritage of Modernism. Latest research methods and the use of recent findings from the field of Restoration Science help both in the preservation and restoration of the masterpieces of modern art and also in the revitalization of the modern architecture in Vienna, which characterizes the cityscape. The three recently restored examples, the Hotel Daniel (2011) (former Hoffmann-La Roche building, 1962), the Korean Cultural House (2012) (former lakeside restaurant in the Danube Park, 1964) and the '21er-Haus' (2011) (former '20er-Haus', 1962) prove in fact that high-quality, contemporary architecture and historical buildings, in this case from the Sixties, can form a successful symbiosis.

© 2015

Selection and/or peer-review under responsibility of the organizers of the 2015 International Conference "All In One Conference"

*Keywords:* Preservation of Modernism in Vienna; High-Tech and Restoration; Hotel Daniel (former Hoffmann-La Roche building); 21er-Haus (former 20er-Haus); Korean Cultural House (former lakeside Restaurant)

---

### 1. Introduction

Modern architecture, with its socio-cultural background, is a relic of its era. It represented an utopia, or the dawn of a new age, in which one was dreaming of a better world. The architectural icons of Modernism are already being declared worthy of preservation in many countries. A fusion of Modernism with high technology is now enabling the preservation of architectural icons of modernity. The Federal Heritage Office of Vienna supports the culturally and ecologically sustainable management of modern architecture and explores the limits of technology to secure the cultural and artistic heritage of Modernism. The latest research methods and the use of recent findings from the field of Restoration Science help in both the preservation and restoration of the masterpieces of modern art as well as in the revitalization of the modern architecture. The main goal for the conservation efforts is to preserve the buildings, known as symbols of cultural development of the post-war period in their specific and characteristic manifestations.

### 2. The parallelism of the ideologies of conservation and Modernism

At first glance the combination of the preservation of historical buildings and modern architecture seems to be contradictory. This combination is actually based on the principles of harmony of opposites in architecture. Reconstruction is a taboo for Modernism [1]. The devotees of modernity demand a strong reference to the present alongside the rejection of historical forms. For them, it is not worth the effort to realize reconstructions instead of creating new buildings. The "readability" of a historic monument depends in no way on the additions and reproductions that are loyal to the original, but there are certainly ways to plausibly enhance historical substance or even accentuate it by contrast using contemporary means— for example, with modern architecture [2]. It is important to "preserve what is available to the greatest extent possible, to recall what has past, but to manage the present with the means and powers of our time" said Strodthoff [3].

The idealized target for conservation is to preserve the authentic condition of the monument and to counteract the decay. This allows the artistic manifestation to persist in the future and it allows for the preservation of cultural heritage for future generations. In accordance with international standards developed by Ruskin,

---

\* Corresponding author. Tel.: +43 664 735 40 186; fax: +43 01 6004610  
E-mail address: gamzekaymak@aon.at



Morriss, Gurlitt, Clemen, Dehio and Riegl and others over 200 years, the task of historic preservation lies in the preservation of historic substance [4-5]. By no later than 1900, the importance of the authenticity of the original as a document was appreciated, and the transformations which a historical monument undergoes in the course of time were recognised as worth preserving. In the event of rivalling monument-related values – particularly concerning artistic quality - historic value was accorded the greatest status, for as Dehio stated in 1905, it represented an “immutable standard of value”, while artistic appreciation was subject to fluctuation [6].

In terms of historical value, the monument is viewed as a document, a testimony to history, and requires its unaltered preservation [7]. On the other hand, in the course of the 20th century the avant-garde of western Modernism established a concept in art, the core of which was the originality of the respective idea [8]. Every reconstruction of a lost monument which is not justified as a conservational necessity, substantive or aesthetic repair, contradicts the essence and empirical value of material heritage [9]. Gebeßler states that for those who first consider the idea, the architectural draft and consequently the building plan as the essence of the historical monument, and not its materialisation as the bearer of the historical, historical monuments can continue to be reconstructed arbitrarily often [10]. The question of with what awareness and means the task of repair is to be approached must be discussed. Creating something new in dialogue with what has been destroyed can occur with respect for what exists as well as for the fate which has befallen it [11].

### 3. Recently restored examples of Modernism in Vienna

#### 3.1. Hotel Daniel, former Hoffmann-La Roche building

A Swiss company engaged the Viennese architect Georg Lippert to build the Hoffmann-La Roche building, as an administration and production building in 1962 (Fig. 1. a). Lippert was one of the busiest designers in the post-war period in Vienna. He was involved in the planning of several prestigious projects of the early Second Republic [12]. The building can definitely assert itself nowadays with its qualities of timeless elegance against the modern architecture built around it.

A particular challenge in the design of the Hoffmann-La Roche building was an urban transition between the limitations of the site to the adjacent parks of the Belvedere and the Schweizergarten. With its green-tinted glass facades, Lippert found a creative balance in the integration of the immediate area and the parks. The facade grid reveals neither the structural frame of the building nor the function of the room to outside view. The well preserved and glazed curtain wall has no supporting function. These are the earliest surviving “curtain wall facades” of Austria and are therefore an important and highly innovative step for Austria’s post-war architecture of Modernism. This exact, geometric, progressive, bright and smooth-seeming construction is the earliest example of a radical glass light metal cube in the sense of the international style in Austria. It is an important example for the direction of post-war Modernism, which - based on the guidelines of Le Corbusier – presented the geometric structure in the centre of the architectural concept. This international development represented a radical rejection of traditional building typology [13].



Fig. 1. (a) Hoffmann-La Roche building (1962),[27]; (b-c-d) revitalized to the Hotel Daniel (2011, Photos by Heinz J.Selen)

After the building was placed under conservation protection by the Federal Heritage Office in early 2009 and intense discussions about the future use of the hotel were held. The new utilization accommodates the progressive optimism of the 1960s very well. Wanderlust and mobility were important signs of the dawn of the post-war generation. The biggest challenge in planning the conversion of the Hoffmann-La Roche building into the ‘Hotel Daniel’ was to maintain the curtain-wall façade, while meeting the requirements for building physics, safety technology and barrier freedom, which had increased rapidly since 1962 simultaneously. For office uses, a standard upgrade of the original glass-aluminium façade, while maintaining the windows with their delicate profiles, would not have been possible. Thus, using the building as a hotel included the restoration of the façade, corresponding to preservation, very well. After a detailed examination of the façade, missing or damaged glass and metal elements were repaired, restored or replaced under the greatest preservation possible of the original (Fig. 1. b-d). The necessary crash and flashover protection on the inside was enabled by means of half-open spandrel panels. The flexibly designed internal structure of the building has been adapted with 115 rooms. The

main land-bearing pillars of the building remained partially visible. The lobby area was designed with organic shapes; a rapprochement with the design of the entrance area, as it was originally constructed, had been achieved. The building, still seeming extremely modern, can be easily confused with a current new building, if a creative trick on the inside did not reveal the actual age of the building: the raw and untreated ceilings of the building with their signs of age bear witness to the history [14].

### 3.2. '21er-Haus', former '20er-Haus'

The 21er-Haus was built in 1958 by the Austrian architect Karl Schwanzer as a pavilion or temporary showroom for the Universal Exhibition in Brussels. The inner core between the columns was designed as a courtyard and the ground floor as covered space [15]. Schwanzer received the Grand Prix d'Architecture for his visionary and technologically innovative design. According to Schwanzer, the starting point of the concept was "the humanist idea that makes man the centre and measure of cultural and intellectual progress". It was a contribution entirely in line with the Expo's motto, "Striking a balance for a human world" [16]. Austria presented itself as a neutral country engaged in international dialogue and set a clear sign for the rebirth of Austrian architecture after 1945 [17]. With the abstract and metaphorical design of a bridge-shaped pavilion, he perfectly meets the Austrian theme [18].

Taking into account the inferior quality of the plot at the Park Royal, the building was conceived in a lightweight construction mode, with its upper storey, measuring 40 by 40 metres, resting exclusively on four buttresses. The architectural structure of the pavilion seemed to be floating. Wotruba was commissioned to sculpt monumental figural relief to be installed in front of the pavilion.

The former Minister of Education, Drimmel had the idea, the Austrian pavilion was eventually used in a permanent way as Museum of the Twentieth Century. Schwanzer adapted the steel skeleton construction to the museum's purposes: the ground floor was glazed, the courtyard was covered with a roof, all façades were substantially modified, and the whole structure was reinstalled in the Schweizergarten (Fig. 2. a). The new museum was opened on 20 September 1962 [19]. The metaphor of a bridge and the floating elegance got lost but it fulfilled its new role as a museum perfectly [20]. The building in its purist conception belongs architecturally to the Austrian hopes of the late Fifties, announcing a connection to international standards and a slow change of the scene [21]. Over time the building has proven itself as a variable event house. The building served as an exhibition hall for the Museum of Modern Art until its collection was moved to the Museum of Modern Art - Ludwig Foundation in Vienna's new Museums Quarter in late 2001. The '20er-Haus' was finally incorporated into the Belvedere in the early summer of 2002 [22].



Fig. 2. (a) 20er-Haus (Photo URL [22]); (b-c) 21er-Haus (Photos by Heinz J. Selen)

After that, the building stood empty for a long time. Following a competition, the design contract was awarded to Krischanitz, a student of Schwanzer in 2007. The museum was reopened in 2011.

The focus here is on urban development. With respect to the building, Krischanitz focused strongly on the urbanistic component. The '21er-Haus' is complemented by a small isolated six-storey building in the form of a tower and has a signalling effect from a distance. The presence on the Arsenal Street, and is to be augmented by lowering the area in front of the structure and transforming it into an atrium having been insufficient before, was enhanced by an atrium, being an upstream to the building with a lowered ceiling height. The façade of the new building mirrors the extant grid that forms the shell of the '21er-Haus'. Thus the facade and the access bridge determine a gap, and finely influence the landscape of the building. The upper storey remains usable as a fully air-conditioned exhibition space. The space for temporary exhibitions on the ground floor is first and foremost characterized by the spatial experience created by the monumental central hall and the view of the adjacent park landscape of the Schweizergarten (Fig. 2. b-c). The basement, similarly unfolding into the surrounding free space, houses the Fritz Wotruba Foundation. Moreover, it includes a café and restaurant, including an outdoor area, a sculpture garden, wardrobe, a children's studio and storage facilities [23].

In the scientific analysis of the preservation status of the monument, modern and scientific examination methods were used. In the evaluation of coating systems of metal parts, the possibilities of high-technology such

as light and scanning electron microscopy, infrared spectroscopy and micro-chemical tests were used. The overall goal is to preserve the special and characteristic appearance of a structure that has become known as a symbol of the cultural development of the post-war period. The focus was not primarily on material or the manifest building substance as such, but rather about the space that is generated by the shell of the '21er- Haus'.

### 3.3. The Korea Cultural House, former lakeside restaurant (1964)

The lakeside restaurant, which was built on the occasion of the International Horticultural Show of Vienna (WIG 64) in 1964 in the Danube Park at the Iris lake. It is one of the few surviving examples of leisure architecture of post-war Modernism in Vienna. The architect Kurt Schlauss is also known as the planner of Vienna's first metro station Karlsplatz. On the occasion of the WIG 64 exhibition Vienna's concern was to position itself as a progressive and modern cosmopolitan city. In fact, with its minimalistic and reduced forms, expansive windows and with its outer appearance, the building corresponds to the principles of international post-war modernism in design and detailing.

After the WIG 64 International Garden Show, the building continued to be used as a restaurant, as the Barracuda Dancing café and also as a gym. After that it was empty for several years. In 2004, exactly forty years after its opening, the building was already scheduled for demolition. After an inspection by the Federal Heritage Office, however, a concept for the preservation of this unique building was established. In 2006 the pavilion received a new function and hosted many music events for summer. A planned rebuilding of the pavilion for office uses in 2008 was subsequently abandoned [24].

In 2010 an association promoting a Korean Cultural House in Vienna discovered the unique charm of the former lakeside restaurant. According to far east's philosophy: the three elements water, wind and earth, which this place offers, are necessary for living. About 2,500 Koreans lives in Austria. With the help of donations of Koreans and Korean institutions in Vienna, a centre of integration and cultural exchange between Europe and Korea was realised [25].



Fig. 2. (a-c) Korea Cultural House (Photos by Heinz J.Selen)

With the planning of the Korean architect Seung H-Sang and his Viennese partner Michael Wagner, an existing building of modern architecture was adapted for future uses. The former lakeside restaurant should keep the image of the building in the picturesque gardens of the Danube Park even after its architecturally successful conversion. As Korea Cultural House, it was cautiously extended with freestanding traditional Korean exterior walls. The resulting gaps create a Korean-inspired sense of space. Hence the building has two identities, an Austrian and a Korean one (Fig. a-c).

The structure and the mechanism of the special windows were detailed and graphically recorded by the Federal Heritage Office and the facades were fully documented. The window designs of this concept in Austria are unique and the detailed construction drawings supported understanding the mechanics of the historic sliding windows. The conversion of a lakeside restaurant, having been originally designed for warm summer evenings, into a cultural centre, used year-round, required substantial improvement of the thermal properties of the building, which could be achieved by installing new facility systems and a heat pump system for heating and cooling [26].

## 4. Conclusion: High-tech at the service of protecting Modernism

During preservation work specific properties of the building such as building physics, safety technology and barrier freedom, whose standards have increased significantly since the period in which the buildings were constructed, often have to be considered in order to fulfil the requirements. The scientific analyses of the monument's condition are to be executed with the latest scientific methods. The investigation of the coating of

the metal parts, light and scanning electron microscopy and infrared spectroscopy, as well as micro-chemical tests are used. The three recently restored examples in Vienna, the revitalization of the Hotel Daniel (2011), the technological modernization and re-opening of the '21er-Haus' (2011), the subsequent use of the Korean Cultural House (2012) are successful examples of the interaction of contemporary technology and Modernism in the preservation of modern architecture.

## References

- [1] Hassler, U., 2010. "Verlustkompensation und das Rekonstruktionstabu in der Ideologie der Moderne – die antihistorischen Prämissen," Tagung Das Prinzip Rekonstruktion, ETH Zürich in 2008, Zürich, Switzerland, 30-64.
- [2] Marquart, C., 1997. "Erleben – Erfahren – Eine Vorbemerkung," Denkmalpflege im vereinigten Deutschland, Stuttgart, Germany, 79-86, here p. 83.
- [3] Strodthoff, W., 1992. Festrede Anlässlich der Verleihung DAI Literaturpreis 1992 an Dr. Werner Strodthoff. *Baukultur Heft 2*, p. 45-47.
- [4] Schmidt L. *Einführung in die Denkmalpflege*, Stuttgart: Konrad Theiss Verlag GmbH; 2008, here p. 69.
- [5] Wohlleben M. Es sieht so aus, als sei nichts gewesen! Gedanken zur rekonstruktiondebatte. In: Denkmalpflege im vereinigten Deutschland, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt; 1997, p. 146-152, here p. 150-151.
- [6] Meier H.-R. Dehio 2000! Paradigmenwechsel in der modernen Denkmalpflege? In: I. Schurmann, ed. *ZeitSchichten erkennen und erhalten - Denkmalpflege im Deutschland*, Catalogue for the exhibition in Dresden 30.07.2005, München, Berlin: Deutsche Kunstverlags; 2005, p. 320-329.
- [7] Hanselmann J.F. Rekonstruktion in der Denkmalpflege Texte aus der Geschichte und Gegenwart. In: J. F. Hanselmann, ed. *MONUDOCthema04*, Stuttgart: Fraunhofer-IRB Verlag; 2005, p. 5-18, here p. 6.
- [8] Marquart C, p. 81.
- [9] Gebeßler, A. Rekonstruktion in der Denkmalpraxis. In: Denkmalpflege im vereinigten Deutschland, Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt; 1997, p. 87-106, here p. 86-87.
- [10] idem, p. 103.
- [11] Wohlleben, M, p. 148.
- [12] Podbrecky I. Das Hotel Daniel, ehemaliges Hoffmann-La Roche-Gebäude. *Wiederhergestellt 04-Bundesdenkmalamt (BDA) Landeskonservatorat für Wien* 2012.
- [13-14] *ibid.*
- [15] Uhl O. *Moderne Architektur in Wien. Von Otto Wagner bis heute*. Vienna: Schrollverlag; 1966, here 98, Figs.75-76.
- [16] Schwanzer K. *Architektur aus Leidenschaft*. 2<sup>nd</sup> ed. Vienna-München: Modulverlag; 1974, here p. 38.
- [17] Husslein-Arco A. - Weidinger A. Ephemere hat viele Gesichter. Die Genese eines außergewöhnlichen Ausstellungsgebäudes. In: Husslein-Arco A., Cosima R, Steinbrügge B, editors. *21er-Haus Zurück in die Zukunft. Ein retrospektiver Blick auf ein Museum*. Berlin: Revolver; 2011, p. 54-68, here p. 55.
- [18] Steiner D. *Architektur in Österreich im 20. und 21. Jahrhundert*. Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser Verlag; 2006, here p. 154.
- [19] Husslein-Arco – Weidinger A., 2011: 57.
- [20] Steiner D, p. 154.
- [21] Achleitner F. *Österreichische Architektur im 20. Jahrhundert. Band III/1 Wien:1.-12. Bezirk*, Salzburg-Vienna: Residenz Verlag; 1990, here p.118-119.
- [22] <http://www.21erhaus.at/de/21er-haus/geschichte-des-21er-haus>. 30.01.2015
- [23] <http://www.21erhaus.at/de/21er-haus/architektur-und-adaptierung>. 30.01.2015
- [24] Legen-Preissl M, Rainer M, Salcher WH. Korea Kulturhaus Österreich, ehemaliges Seerestaurant im Donaupark. *Wiederhergestellt 07-Bundesdenkmalamt (BDA) Landeskonservatorat für Wien* 2012.
- [25-26] *ibid.*
- [27] Lippert G. *Georg Lippert und Mitarbeiter Bauten der Jahre 1960-1970*. Vienna: Anton Schroll & Co; 1972, here p. 32.

#### Abstract

Museums serve as gathering space of historical, scientific or artistic valuable objects. They enable conservational issues of these objects. Exhibiting unique objects of value have atmospheric effect on educational interpretation and study. Traditional-minded museums generally focus on just to exhibitions without emphasizing their values. This approach of museum managements has negative impact in museum architecture. These traditional-minded museums become identical and unattractive places. In order to make use of the museums in education it is needed to attract visitors. Attraction cannot be done solely with architecture. This objective can be achieved by focusing on satisfying visitor needs. As it is proven by psychologists “experiences” have informative values. Therefore it is logical to concentrate on experiential modules during the design stage of the museums. In the name of designing such experiential museums that can help with learning, experiential areas must be considered within the museum itself. Experiential marketing method can be a source of inspiration for this tendency in the name of creating exciting, memorable museums. Strategic experiential modules stand out as a great source of information for this very aim.

*Keywords:* Museum design; Experiential learning; Museum Marketing; Experiential marketing.

#### 1.Understanding museums

Museums are places where historical, scientific or artistic valuable objects are gathered in order to conservation, acquisition, educational interpretation and study. Rare and valuable objects are presented to public view in these spaces. Museums have a strong atmospheric impact on visitors with the presence of unique objects. This strong atmospheric impact can be used for informal and non-formal educational purposes. Impressive atmospheric impact of museums is maintained by the presence of the valuable objects representing tangible and intangible heritage of humanity and its environment.



Fig. 1. Cartoon emphasizing boringness of traditional museums [1].

Impressive atmospheric impact of museums is maintained by the presence of the valuable objects representing tangible and intangible heritage of humanity and its environment. Exhibition of such important objects have informative value. Traditional-minded museums tend to focus on just to their collections and other resources. This perspective of traditional museums reflects its point of view to architectural organization.

\* Tel.: +90 444 50 01; fax: +90 0 212 481 40 58.

E-mail address: ayse.gul@me.com

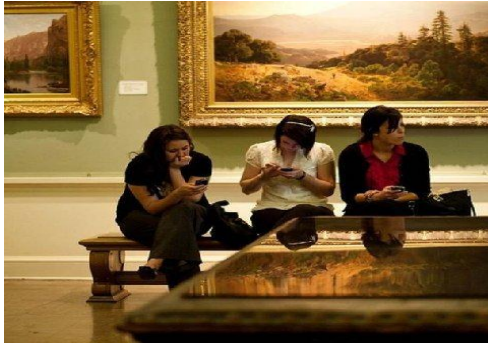


Fig. 2. Picture of bored people in museum [2].

The architectural design of traditional museums generally identical places, and its collections are exhibited in inexpressive way that visitors are taking part in these spaces just as spectators. Museums combine unique objects that have informative value, which can be used through educational process. In order to use museums as learning places it is needed to express the theme of the museum in a strong manner. It has been proven that experience is the most effective way of learning.

Therefore experiential approach to museum design would serve to visitors a place where study and entertainment can be done effectively. In terms of designing an experiential space, experiential marketing method can be a source of inspiration.



According to experiential marketing method, experiences are designed to give holistic idea to visitors. Since the experiences are the strongest way of learning and also having joy from life the use of experiential spaces in museums seems to create a joyful and beneficial model to be used.

As stated in experiential marketing method, experience design is an important issue. The experience that will be presented to visitors must be compatible with the characteristics of the collections that the museum combines. Experiences must have sensual dimensions. Appealing the senses during learning process is to ensure ease of learning. Basically in museums only two sensations are appealed in terms of design.

In experiential marketing method there are five different types of experiences, which are called “strategic experiential modules”. Strategic experiential modules are used for attracting visitors in the particular space. These experiences appeal people in five different kinds of ways, which are *Sensory*, *Affective*, *Creative-cognitive*, *Physical* and *Social-identity* experiences [3].

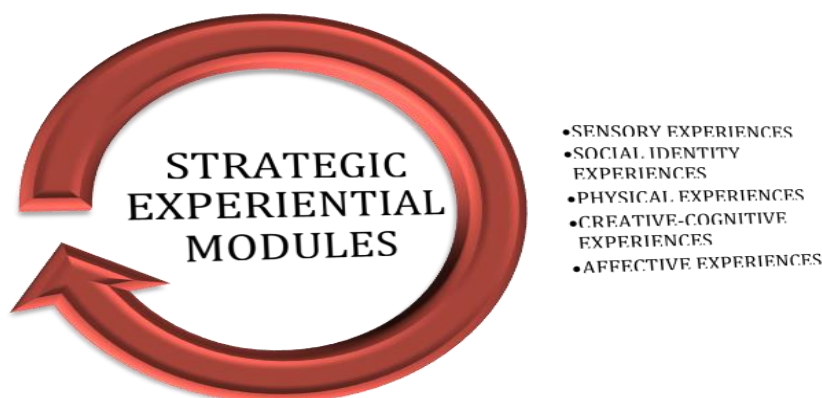


Table 1. Strategic experiential modules.

Including experiential spaces in museums allows visitors to interiorize the space. Evaluating the design philosophy of museums according to strategic experiential modules can affect the visitors in a positive manner.



Fig. 2. This photo is taken in University of Michigan Museum of Art; students can be seen examining their reflections in an exhibit called “reflections” [4].



Fig. 3. Visitor is having fun with the Dali moustache in Dali museum, Saint Petersburg, Florida [5].

Composing experiential areas in museums, allow visitors to take part in the museum building itself. This interaction allows visitors to be participants in a live environment. Moreover experiential tendency has the ability of making museums more popular and competitive than others. Including experiential areas in museum buildings changes the formation of museums into experiential museums.

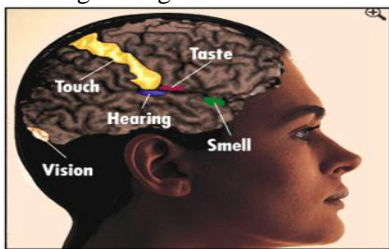


Fig. 4. Diagram showing places where sense locations of the brain [6].

In the name of designing experiential museums the strategic experiential modules of experiential marketing method is used. The first module of strategic experiential modules is sensory experiences. In order to present sensory experiences to visitors, sight, sound, touch, taste and smell senses must be appealed in a holistic manner as much as possible.



Fig. 5. Dutch Silver Museum installations by Tinker, Schoonhoven, Netherlands [7].

The ambition of appealing senses in holistic manner is required to take attention of visitors mentally. Each of the five senses triggers different parts of brain. Appealing these senses in holistic manner secures to form an interaction bond between visitors and the museum. These experiences must also suit with the concept of the exhibition hall. In order to let visitors to combine experiences they had with the exhibition concept.

Affective experiences are designed to influence feelings of people. By influencing the feelings, the presented experience can reach persistent impact. In the name of establishing a bond with the museum exhibition and visitors, evoking emotional feelings of visitors is forming impressive criteria.



Fig. 6. This picture shows an affective experience presented to visitor by The Holocaust History Museum in Jerusalem. The exhibition allows getting in touch with the feelings of the visitors.[8].

Affective experiences can motivate the interest of visitors. The theme of the exhibition must be emphasized by architectural design of the museum to present affective experience to visitors. Architectural expression can be achieved by maintaining convenient space for visitors to enjoy the exhibition. Theme of the exhibition must be reflected by architectural design. The use of finishing items like informative posters, interactive technological elements and interesting features would be challenging tools to hook visitors' attention.



Fig. 7. Stairs of Dali museum, Dali painting called: "Persistence of memory", Bench at the outside of Dali museum, Dali painting called: "Ascension"[9].

Creative-cognitive experiences cause viewer to think. With this kind of tendency cognitive bond is set with the visitors. Presenting creative-cognitive experiences causes visitors to think in order to evaluate the presented experience. This kind of problem-solving experiences engages visitors to think and interpret the exhibition. This activity is done by the conscious of the visitor. Using the attraction of architectural enigma is a strong way of presenting creative- cognitive experiences. In the name of achieving architectural attraction in creative-cognitive way emphasizing enigmatic atmospheric impact is an impressive method. The design of Dali Museum in St. Petersburg, Florida, is intentionally designed to reflect works of Dali. Before seeing the museum collection itself the garden, exterior and the interior of the Dali museum recalls Dali (see Fig. 6.).





Spiral motives, helical shapes of the DNA molecule shaped architectural elements is used in the architecture of the museum. These shapes were the very basis of life according to Dalí, which he depicted in his art works mostly.

Fig. 8. Stairs of Dalí museum, Portrait of a woman by Dalí [10].

Referring to the interest of Dalí in between math and nature a labyrinth is built in the southeast corner of the museum garden.



Fig. 9. The picture of Dalí, Geometric shaped exterior is set to emphasize his interest in math's, In front of the museum a sculpture has been placed which resembles the famous moustache of Dalí [11].



Dalí was used golden ratio in his artworks. You can the proportions of the scene in one of his works called "The last supper" (that is painted by him at 1955, National Gallery of Art, Washington). Golden ratio is used in the museum building in order to address his works. Fig. 10. showing this connection.

Fig. 10. "The Last Supper" by Dalí, Stairs of Dalí museum, and the diagram showing the use of golden ration in this painting of Dalí [12].

Physical experiences are designed to affect the visitors' behaviors and lifestyles. This kind of experiences takes the visitors in action with the exhibition. During architectural design stage physical experiential areas must be considered. The theme of the physical experiences causes change in lifestyles and behaviors are often more inspirational and emotional in nature. In order to strengthen the effect of the experience attendance of role models' such as movie stars, famous writers scholars attendance has motivational impulse.



Fig. 11. Physical experiential activities that are presented by National Army Museum and Greensboro children's Muesum are announced to public from its website [13].

Presenting physical experiences in museum complex has a very powerful educational affect. Moreover they are also standing as source of amusements for visitors. Implementing such experiences broaden participants viewpoint.

All of the mentioned experiences must be followed by social-identity experiences. Social-identity experiences causes to evoke relating to a reference group or culture. People having this kind of experience feel themselves special. Designing experiential spaces within museums appeals visitors. Presenting a museum that has experiential areas in which visitors can experience what they have seen in it apparently causes to establish a bond with visitors [14].



Fig. 12. Social experience presented to visitors by Cleveland Museum, Ohai, USA [15].

Social-identity experiences contain aspects of sensory, affective, creative-cognitive, and physical experiences. Beyond the individual point of view the idea of sharing and getting together is focused during social-identity experiences. Social-identity experiences appeal individual's desire for self-improvement. Also this kind of experience appeals the need to be perceived positively by society as an individual. They relate an individual to a broader social system[16].



Fig. 13. Social gathering by the work of art at Auschwitz museum [17].

Having the same taste in the arts, history can combine people together. The enjoyable moments spent in museum and the observations from the museum tour can be a subject of sharing between groups.



Glazer Children's Museum Florida, explains its mission is to create learning environments where children play, discover, and connect to the world around them to develop as lifelong learners and leaders. This picture is taken from one of museums activity during the birthday of the museum itself. As a part of the museum, children climbed through a sky maze during in the birthday of the Glazer Children's Museum.

Fig. 14. Activity that takes visitors in social experience Glazer Children's Museum, USA [18].

As mentioned before, strategic experiential modules are all have the ability of catching attention of people through different kinds of effects. The effect of presenting strategic experiential modules in holistic manner to visitors in museum complexes has more powerful effect then any advertisement given by the media. The dynamic and personal aspect of experiences takes visitors in action with the exhibition and the museum. Experiential areas in related subject provoke visitors to understand and to learn in a joyful manner. Adapting experiential marketing method into the architectural design causes attention-getting value and has strong impression on visitors. Through the strategically planned experiences the slice of life can be presented to visitors and make them feel like participants of the museum. This tendency makes visitors to embrace the space.

## REFERENCES

- [1] [https://www.cartoonstock.com/directory/b/boring\\_day.asp](https://www.cartoonstock.com/directory/b/boring_day.asp) 02, 2015.
- [2] [http://www.radikal.com.tr/radikalist/aslinda\\_baska\\_bir\\_caga\\_ait\\_oldugunu\\_gosteren\\_15\\_durum-1228759](http://www.radikal.com.tr/radikalist/aslinda_baska_bir_caga_ait_oldugunu_gosteren_15_durum-1228759), 02, 2015.
- [3] Schmitt B (1999) Experiential Marketing, *Journal of Marketing Management* 15, 53-67.
- [4] [http://www.ur.umich.edu/0809/Mar30\\_09/14.php?print](http://www.ur.umich.edu/0809/Mar30_09/14.php?print) 02, 2015.
- [5] [http://www.tripadvisor.com.tr/LocationPhotoDirectLink-g34607-d126833-i55552998-The\\_Dali\\_Museum-St\\_Petersburg\\_Florida.html](http://www.tripadvisor.com.tr/LocationPhotoDirectLink-g34607-d126833-i55552998-The_Dali_Museum-St_Petersburg_Florida.html) 02, 2015.
- [6] <http://www.horton.ednet.ns.ca/staff/jfuller/biology%2012/CD%20Oct05/Nervous%20system/Flash%20drive%20module%20for%20school/NERVOUS/> 02, 2015.
- [7] <http://www.tinker.nl/projecten/wereld-van-zilver> 01, 2015.
- [8] <http://www.telegraph.co.uk/news/picturegalleries/worldnews/9044739/International-Holocaust-Remembrance-Day.html?image=9> 01, 2015.
- [9] <http://thedali.org> 01, 2015.

- [9] <http://www.art.com/gallery/id--a126/salvador-dali-posters.htm> 01, 2015.
- [10] <http://thedali.org> 01, 2015.
- [10] <http://www.art.com/gallery/id--a126/salvador-dali-posters.htm> 01, 2015.
- [11] <http://thedali.org> 01, 2015.
- [11] <http://www.art.com/gallery/id--a126/salvador-dali-posters.htm> 01, 2015.
- [12] <http://thedali.org> 01, 2015.
- [12] <http://www.dalipaintings.net>, 01, 2015.
- [13] <http://www.nam.ac.uk> 02, 2015.
- [13] <http://toronto.tr.craigslist.ca/tor/com/4995900305.html> 01, 2015.
- [14] Pekpostalcı A (2015) Alışveriş Mekânları Tasarımında Deneyimsel Pazarlama Metodu ve Örnekler Üzerinde Analizi, MSGSÜ.
- [15] <https://cmaweb10.clevelandart.org/cgi-bin/Membership.py> 01, 2015.
- [16] Kirezli Ö (2011) Museum Marketing: Shift From Traditional To Experiential Marketing International Journal of Management Cases, ISSN 1741-6264,173-184.
- [17] <http://www.auschwitzdirect.eu/history-education/> 01, 2015.
- [18] <http://tbo.com/south-tampa/glazer-childrens-museum-celebrates-4-years-of-fun-20140921/> 02, 2015.
- [19] Kotler, N., Kotler, P. (2000), "Can Museums be All Things to All People? Missions,Goals, and Marketing's Role." Museum Management and Curatorship, 18:271-287.