



**Trakya Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi**

Cilt: 20 Sayı: 2 Aralık 2019

**TRAKYA
UNIVERSITY
JOURNAL OF
ENGINEERING
SCIENCES**

Volume: 20 Number: 2 December 2019

Trakya Univ J Eng Sci

<http://dergipark.gov.tr/tujes>
tujes@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0308

**Trakya Üniversitesi
Mühendislik Bilimleri Dergisi**

Cilt: 20

Sayı: 2

Aralık

2019

**Trakya University
Journal of Engineering Sciences**

Volume: 20

Number: 2

December

2019

Trakya Univ J Eng Sci

<http://dergipark.gov.tr/tujes>
tujes@trakya.edu.tr

ISSN 2147-0308

Dergi Sahibi / Owner

Trakya Üniversitesi Rektörlüğü, Fen Bilimleri Enstitüsü Adına
On behalf of Trakya University Rectorship, Graduate School of Natural and Applied Sciences
Prof. Dr. Murat YURTCAN

Yayın Kurulu Üyeleri / Editorial Board Members

Baş Editör / Editor-in-Chief

Prof. Dr. Hacı Ali GÜLEÇ Gıda Mühendisliği Trakya Üniversitesi

Yardımcı Editörler / Co-Editors

Doç. Dr. Esmâ MIHLAYANLAR Mimarlık Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KOÇYİĞİT Elektrik-Elektronik Müh. Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Altan MESUT Bilgisayar Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Sezer ULUKAYA Elektrik-Elektronik Müh. Trakya Üniversitesi

Danışma Kurulu / Editorial Advisory Board

Prof. Dr. Ayşegül AKDOĞAN EKER Makine Mühendisliği Yıldız Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. İsa CAVİDOĞLU Gıda Mühendisliği Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Burhan ÇUHADAROĞLU Makine Mühendisliği Karadeniz Teknik Üniversitesi
Prof. Dr. Naci GENÇ Elektrik-Elektronik Müh. Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Prof. Dr. Özer GÖKTEPE Tekstil Mühendisliği Namık Kemal Üniversitesi
Prof. Dr. Türkan GÖKSAL ÖZBALTA İnşaat Mühendisliği Ege Üniversitesi
Prof. Dr. M. Bahattin TANYOLAÇ Biyo-mühendislik Ege Üniversitesi
Doç. Dr. Orhan ARKOÇ Jeoloji Mühendisliği Kırklareli Üniversitesi
Doç. Dr. Pelin ONSEKİZOĞLU BAĞCI Gıda Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Doç. Dr. Yılmaz KALKAN Elektrik-Elektronik Müh. Adnan Menderes Üniversitesi
Doç. Dr. Cemil ÖZYAZGAN İnşaat Mühendisliği Kırklareli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Esin BENİAN Mimarlık Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hamza F. CARLAK Elektrik-Elektronik Müh. Akdeniz Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ERGEN Mimarlık Siirt Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Timur KAPROL Mimarlık Namık Kemal Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hasan Faik KARA İnşaat Mühendisliği Trakya Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZŞAHİN İnşaat Teknolojisi Kırklareli Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Umut TİLKİ Elektronik ve Haberleşme M. Süleyman Demirel Üniversitesi

Dizgi / Design

Dr. Öğr. Üyesi Gökhan KOÇYİĞİT

İletişim Bilgisi / Contact Information

Address : Trakya Üniversitesi, Enstitüler Binası, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balkan Yerleşkesi, 22030, Edirne / TÜRKİYE
Web site : <http://dergipark.gov.tr/tujes> E-mail : tujes@trakya.edu.tr
Tel : +90 284 2358230 Fax : +90 284 2358237

Baskı / Publisher

Trakya Üniversitesi Matbaa Tesisleri / Trakya University Publishing Centre

İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ARAŞTIRMA MAKALESİ / Research Article

TABİİ YANGINLARDA BETONARME KOLONLARIN SINIR YANGIN YÜKLERİ, BÖLÜM II / Boundary Fire Loads of Reinforced Concrete Columns Exposed to a Real Fire, Part II

Ayşen HAKSEVER, Ataman HAKSEVER

35-49

BİYOKLİMATİK TASARIM MATRİSİ (TÜRKİYE) / Bioclimatic Design Matrix (Turkey)

Pınar KISA OVALI

51-66

İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN DOMATES SALÇALARINDA SORBİK ASİT VE BENZOİK ASİT VARLIĞI / The Presence of Sorbic Acid and Benzoic Acid in Tomato Paste Offered for Sale in Istanbul Province

Fatma ÇOŞKUN, Yosun ÇOTRA

67-78

DERLEME MAKALE / Review Article

GEREKSİNİM MÜHENDİSLİĞİ BİLGİ ALANLARININ GELENEKSEL VE ÇEVİK YAZILIM YÖNTEMLERİ AÇISINDAN KARIŞLAŞTIRILMASI / Comparison of Requirements Engineering Knowledge Areas in Terms of Traditional and Agile Software Methods

Kadir ÇAMOĞLU, Rembiye KANDEMİR

79-91

BOUNDARY FIRE LOADS OF REINFORCED CONCRETE COLUMNS EXPOSED TO A REAL FIRE, PART II

Ayşen HAKSEVER¹ , Ataman HAKSEVER^{2*} 

¹Namık Kemal University, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ / Turkey

²(Emr. 2006), Trakya University, Çorlu Faculty of Engineering, Tekirdağ / Turkey

Cite this article as:

Haksever, A. & Haksever, A. (2019). Boundary Fire Loads of Reinforced Concrete Columns Exposed to a Real Fire, Part II. *Trakya University Journal of Engineering Sciences*, 20(2), 35-49.

Highlights

- Prediction of fire development and structural failure in real fires. Heat balance calculations.
- Behavior of reinforced concrete columns (RFCs) under real fire action. Determination of the fire resistance time.
- Determination of boundary fire loads for (RFCs).

Article Info

Abstract

Article History:

Received:
February 3, 2019
Accepted:
November 6, 2019

Keywords:

Structural fire safety, reinforced concrete columns, fire resistance, real fire, boundary fire loads

Deformation behavior of the structural elements in fire case is affected by many additional parameters. The researches carried out so far have shown clearly, that the statically indeterminate systems may have an increased fire resistance due to redistribution of the internal forces. The calculations and the experiments have proved also that, in these structural systems, the joint forces increase during the fire and after reaching a maximum; these forces decrease until the collapse state is reached. The present paper is aimed at investigating the structural behavior of reinforced concrete columns (RFCs) in an enclosure exposed to real ventilation controlled fires, e.g. fires with a heating and a cooling phase.

In this research work max. and min. boundary fire loads of reinforced concrete columns in an enclosure for real fires are determined. Beyond these fire loads no failure or longer fire resistance time than a ISO834 fire can be expected. Beside that for RFCs, graphs and methods for determining fire behavior and resistance have been introduced by using II. order theory.

TABİİ YANGINLARDA BETONARME KOLONLARIN SINIR YANGIN YÜKLERİ, BÖLÜM II

Makale Bilgileri

Öz

Makale Tarihiçesi:

Geliş:
3 Şubat 2019
Kabul:
6 Kasım 2019

Anahtar Kelimeler:

Yangın güvenliği, betonarme yapı kolonları, yangın dayanımı, tabii yangınlar, sınır yangın yükleri

Yangın durumunda yapısal elemanların deformasyon davranışının birçok ek parametreden etkilenmektedir, Şimdiye kadar yapılan araştırmalar, hiperstatik çubuk taşıyıcı sistemlerin yangın durumunda, iç kuvvetlerin yeniden dağılımı nedeniyle artan yangın direncine sahip olduğunu göstermiştir. Teorik analizler ve deneyler, bu yapısal sistemlerde, düğüm noktası kuvvetlerinin yangın sırasında maksimum bir değere ulaştıktan sonra azalma eğilimine girdiğini ve bu durumun sistemin göçme durumuna kadar devam ettiğini göstermiştir. Bu çalışma, betonarme kolonların yangın davranışlarını ve dayanımlarını tabii ventilasyon denetimli yangınlarda, diğer bir deyişle, ısınma ve soğuma fazına sahip kapalı bir ortamdaki yangınlar için incelemeyi amaçlamaktadır.

Bu araştırmada, bir kompartman içindeki betonarme kolonların sınır yangın yükleri belirlenmiştir. Bu sınır yangın yüklerinin dışında kalan yangın yükleri için, bir ISO834 yangınından daha uzun bir yangın dayanımı saptanmakta ve göçme durumuna rastlanmamaktadır. Bu çalışmada betonarme kolonların, II. Mertebe teorisini kullanarak, yangın davranışlarını ve dayanımlarını belirlemek için yöntem ve grafikler verilmiştir.

1. Introduction

A reasonable design level for risk to life and risk to neighbouring property may be determined by the risk levels contemplated in current codes or other specific requirements. A decision level for the directly exposed property risk is based on economic considerations and should thus be the property owners' decision.

Structural fire design is concerned mainly with the prevention of fire spread through separating vertical and horizontal partitions and avoidance or limitation of structural failure or damage referring to fires when a collapse state to be controlled as an initial stage. The basic unit for structural fire design is the fire compartment or fire zone.

It follows that, for particular types of buildings and occupancies or particular projects, structural design requirements may be dispensable, because the associated risks are sufficiently small. Certain requirements may also be dispensable, because the risk-reducing effect of structural measures may be extremely low. Finally, structural design requirements may be eased to zero or a specified minimum in view of the non-structural measures used (s. Sec. 4.3).

The fire protection design and assessment of structural members is currently still carried out on the basis of standard fire tests. In this case, the structural construction to be examined is subjected to a standardized fire exposure and tested for their structural behavior and their fire resistance duration. This method primarily ensures comparability and any reproduction of the tests for the fire behavior of various structural members. For this reason in ISO 834-Fires, the temperature-time curve is thus regulated.

The fire protection regulations for buildings based on such standard fire tests ensure undoubtedly a certain level of safety. However, the ability to construct economically is limited by the current regulations. This restricting reveals itself in particular thing that the

current fire protection design only knows the relatively an unfavourable temperature development as the standard fire curve. On the other hand, the fire exposure in real fires is sometimes less intense because these have lower or favourable fire room temperature developments.

The scope of this article is to investigate the structural behavior and fire resistance duration of the columns of a reinforced concrete hall building in a real fire concerning failure damage and to compare it with standard fire. This should provide practical information about the load-bearing and deformation behavior of RFCs that are exposed to a real fire.

2. Theoretical background/experimental

Concerning literature, it is rare to find fire test results carried out in big enclosures and theoretical analyses on the structural columns under the exposure of a real fire. The tests are conducted mainly for isolated steel columns and to determine the failure time t_f and derive some applicable formulas.

Due to the fast developments of large-space multi-functional architectures, large-span steel structures have been widely used in recent years. Therefore, the fire-resistance design of this kind of structures has attracted more attentions. Since traditional ISO 834 standard fire curve is not suitable for large space structures, performance-based fire resistance design method is required. These analyses presented herein will also show that common methods of defining fire intensity through equivalent fire durations do not appropriately account for the complexities of the thermal and structural response of concrete columns exposed to a travelling fire. A more realistic description of fire scenarios is still needed for a performance-based structural fire design, based on a better consideration of ventilation conditions and thermal properties of boundary enclosure. Many studies of the thermal and structural behavior for large compartments in fire

carried out over the past two decades show that fires in such compartments have a great deal of non-uniformity, unlike the homogeneous compartment temperature assumption in the current fire safety engineering practice (Hagen, 1987). Furthermore, some large compartment fires may burn locally and tend to move across entire floor plates over a period of time. For the actual boundary conditions the ISO 834 Temperature–Time curve overestimates the temperatures of the natural fire in the enclosures and leads to an inefficient design of structural members. Within a performance-based fire design concept the structural design should be based on a real design fire which is representative for the boundary conditions of a given building. The “traditional way” of structural fire design using the ISO 834 Temperature–Time curve in many cases results in a design on the safe side causing unsatisfactory costs for fire protection measures. In some cases the structural fire design with ISO 834 curve can result in under-estimation of the thermal exposure. Some research articles carried out in this context will be presented below.

Patrick Bamonte, et al, (2018) aims at investigating the structural behavior in bending of prestressed concrete members exposed to real fires, e.g. fires with a heating and a cooling phase. The fire scenarios considered are characterized by a heating phase that coincides with the ISO 834 standard fire and a linear cooling branch. Parametric analyses are carried out on typical prestressed sections (an I-girder and a double-tee). The results show that limiting the attention to the heating phase is not sufficient. Moreover, within the range of variation of the cooling rate (3–10 °C/min, ranging from slow to fast cooling) and load level ($M/M_u = 0.15–0.30$, ranging from low to high load ratio), the structural behaviour exhibits significant variations in the cooling phase of the fire, from an almost complete recovery of the initial configuration to runaway failure

Rush David, et al (2017), present some selected results from the thermal environment around, and the thermal response of a concrete column from a large scale structural fire test conducted in Tisova, Czech Republic, inside a four-storey concrete frame building, with concrete and composite deck floors. From the results of the fire test, assessments of the fire intensity are made and used to model the potential thermal profiles within the concrete column and the implications that high temperature might have on the post-fire response of the concrete column. These analyses presented there will also show that common methods of defining fire intensity through equivalent fire durations do not appropriately account for the complexities of the thermal and structural response of concrete columns exposed to a fire.

Kordina, K.(1991), indicates that at present, the direct analytical design procedure is limited in many countries to extraordinary structures or buildings, like tunnels or industrial plants of great importance. In these cases the actual or design fire load is used within a heat and mass balance calculation, in order to determine the gas temperatures and the fire progress. Consequently, the mechanical and thermal behaviour of the structural elements surrounding the fire compartment has to be determined.

Kan Zhou, et al. (2018), emphasize that extensive literature is available on the structural performance of concrete-encased CFST columns at ambient temperature, however, the fire performance of this type of composite columns has seldom been addressed. To fill in this research gap, the paper thus experimentally studies the performance of concrete-encased CFST columns subjected to full-range fire including heating and cooling. A set of tests were conducted and results are presented, including fire resistance, post fire residual strength, failure modes, temperature versus time relationships and deformation versus time relationships. The simple calculation model of analysing the

fire resistance of composite column in Eurocode 4 was extended which is applicable to assess the fire resistance of concrete-encased CFST columns.

João Paulo C. Rodrigues, et al.(2010), present in their paper the results of a research program on the behavior of fibre reinforced concrete columns in entire fire. Several fire resistance tests on fibre concrete columns with restrained thermal elongation were carried out. The aim of this research was to study the possibility of replacing the longitudinal reinforcement bars on the concrete columns by steel fibres. For this reason, polypropylene fibres were used in order to enhance the fire behavior of the columns and avoid the concrete spalling.

GuobiaoLou et al.(2018), present experimental and numerical investigations on the collapse behavior of a 12 m × 6 m steel portal frame exposed to fire. A real fire test is conducted with a 4 m × 6 m fire compartment at the corner of the frame. Extensive thermal and structural responses of the frame are measured and presented. It is found that the measured gas temperatures are higher than the ISO fire, but lower than the parametric fire specified in EN 1991-1-2, indicating the underestimation of the thermal exposure for standard fires and unrealistic estimation for parametric fires. It is suggested that a more realistic description of fire scenarios is still needed for a performance-based structural fire design, based on a better consideration of ventilation conditions and thermal properties of boundary enclosure

Ju-young Hwang, et al.(2018), introduce in their paper to precisely simulate the structural response with temperature, the material properties of concrete and steel according to two representative temperature conditions, “under-fire” and “after-cooling”, have been taken into account. Moreover, the importance of the after-cooling analysis to ensure the safety of fire-damaged RFC structures has been shown. Finally, through a comparison of the numerical results with the

design code EN1992-1-2, it has been concluded that the design code should consider the influence of temperature decrease after experiencing high temperature to ensure the safety of fire-damaged structural members.

Yih-Houng Chen, et al.(2009), report an experimental research into the effect of fire exposure time on the post-fire behavior of reinforced concrete columns. Nine full-size reinforced concrete columns (45×30×300 cm) with two longitudinal reinforcement ratios (1.4% and 2.3%) were unexposed and exposed to the ISO 834 standard fire for 2 and 4 h with a constant preload. One month after cooling, the specimens were tested in axial load combined with uniaxial or biaxial bending. The test results show that the residual load-bearing capacity decreases with increase in fire exposure time. The authors insist that much attention should be given to the deformation and stress redistribution of the reinforced concrete building subject to earthquakes after a fire.

Limin Lu, et al.(2017), indicate in their paper that since traditional ISO 834 standard fire curve is not suitable for large space structures, and a performance-based fire resistance design method is required. A finite element (FE) model has been developed using FE software ANSYS for modelling the structural behavior of an exhibition centre under different fire scenarios. Based on the results generated in this research some recommendations for the fire resistance design of large space steel truss structures have been proposed. (More references see “PART I, “Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire, PART I, TUJES”)

From the references given above it is being clear that a detailed analysis and interaction of fire loads with the fire resistance of RFCs in a real fire are not adequately introduced up to know. Mainly focus is concentrated on the cooling face experimentally and by the way some material models are developed. Be-side that heat balance calculation models are presented but validity of

these models experimentally is not shown as in the SFB C3 subproject as big scale compartment fires (Hagen, 1987).

The aim of this paper is, due to this fact, will be to investigate exemplary the structural behavior and fire resistance duration of the columns of a reinforced concrete hall in a real fire of damage and to compare it with standard fire. This should provide practical information about the load-bearing and deformation behavior of such RFCs that are exposed to a real fire.

As Part II, this research work presents the definition and the determination of boundary and safe fire loads $q_{f,B}$ and $q_{f,s}$ of RFCs. Part II will show the certain fire loads as wood cribs, show in real fire case equivalent fire resistance as in the ISO 834-Fire. Beyond the boundary fire loads the fire resistance of RFC is greater than the fire resistance in case of an ISO 834 fire case even no failure can be observed for the RFCs. For this purpose a concrete hall building is chosen and theoretically analysed by means of heat balance and statically calculations. The construction and the theoretical results will be presented in the following sections.

3. Hall building

3.1 concrete hall building and statically system

Fig. 3.1 shows the hall structure, which is investigated, in cross-section and plan view.

The bracing of the hall building is held by the rigid roof and the walls. The roof consists of 15 cm thick light-weight concrete slabs, the walls and the floor are to be constructed in normal concrete. The window openings arranged on both sides in the longitudinal walls ensure the cross ventilation of the hall building.

As a result, the ventilation conditions for the development of a fire are as natural ventilation defined. It is assumed that there is a constant fire load over the entire floor of the hall building. This fire load is converted

according to Eq. 3.1 (s. "Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire, PART I, Tujes"):

$$q_f = \frac{1}{A_f} \sum_{i=1}^n M_i \cdot E_{ui} \cdot (m_i) \quad 3.1$$

to the wood cribs. Thus, the hall construction can be considered as a total fire compartment.

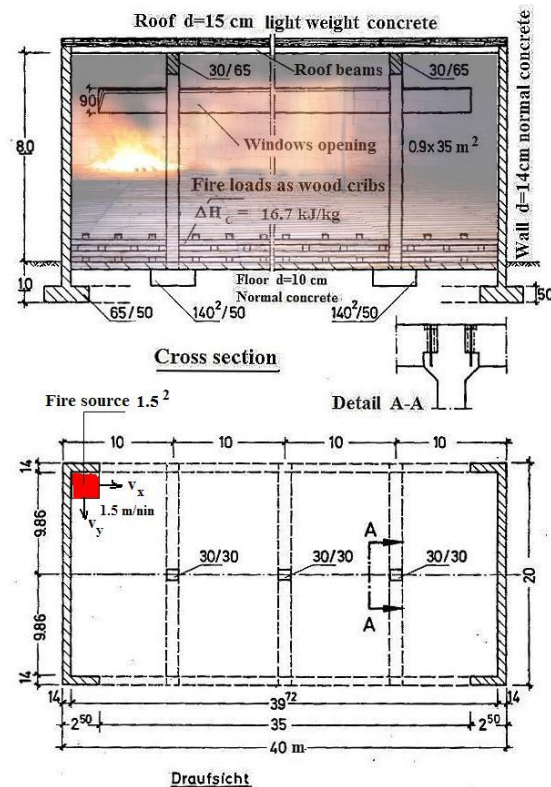


Figure 3.1: Geometry of the investigated reinforced concrete hall building

3.2 Assumptions about the thermodynamic boundary conditions

It was assumed that different fire loads could be present on the hall floor; depending on the usage fire loads of 15, 30 and 60 kg / m² wood cribs were taken into account for the investigations. The converted on wood cribs fire loads own a calorific value of 4.80 kWh/kg (s. Table 4.1). For the fire source, where the ignition begins, an area of 1.5 x 1.5 m² in the upper left corner is assumed. The propagation rate of the fire is set on as 2 m/min. It was further assumed that in the fully

developed fire phase, 30 kg/m² wood cribs would burn per hour. These data correspond to the experiences and test results and can be found in the literature (Quintiere., 1976., Roitman., 1972, Hagen, 1987).

For the calculation of the fire temperatures, the window openings A_w/A_F result in a ventilation of 10%. This ventilation condition controls the travelling and the burning rate of the fire loads (Kawagoe, et al., 1963).

4. Fire-room temperatures

4.1 Calculation of the fire room temperatures of the reinforced concrete hall building in case of real fire

The research and determination of the thermodynamic basis of such a theoretical calculation of a damage fire was part of a larger research program in SFB C3-Project dealing with the development of real fires in small and large enclosures. The fire protection investigation of the presented reinforced concrete hall building imposes at first a heat balance calculation of the fire room. The calculation of mean fire room temperatures of a building in a real fire depends on many variable parameters and requires extremely complex and therefore time depending calculations.

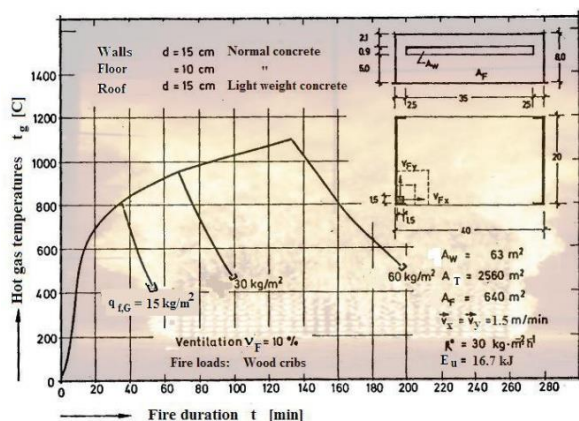


Figure 4.1: Prediction of the fire room temperatures of a real fire

The present heat balance calculation is based on the fact that the fire loads in room release energy when ignited. This released energy is absorbed by the surrounding

structural elements and flows in part by convection and radiation through the openings to the outside. However, under certain ventilation conditions, the burning can also take place in such a way that unburned gases flow out through the openings and thus do not contribute to the release of energy.

For the heat balance calculation of such a large hall building 4 basic conditions have been considered:

- 1- Once it was assumed that the temperature distribution inside this enclosure with windows is homogeneous
- 2- In addition, the wall surfaces must be so structured that the heat transfer conditions can be described on the surrounding large-area wall components with a one-dimensional approach
- 3- For the calculation of the ambient temperatures, the heat capacity of the RFCs were neglected.
- 4- However, the calculation of the temperature fields of the RFCs takes place with a two-dimensional calculation.

In order to be able to check and, if necessary, correct the performance of the established computer program, it was necessary to re-calculate some fire tests carried out in small and large fire compartments. Fig. 4.2 shows such a prediction of a real fire experiment. It deals here a polyethylene fire. In the picture both the measured and the predicted temperatures are illustrated, so that a concrete comparison of measurement and calculation can be possible.

The effectiveness of the established computer program can thus be confirmed by the achieved good agreement between the calculation and experiment. Fig. 4.2 also shows that in the development phase of the fire, an excess of oxygen was present in fire room ($\alpha < 1$). However, in the developing phase of fire oxygen shortage takes place ($\alpha > 1$). In the cooling phase again an excess of oxygen is observed. These results have also been observed in experiments with natural fires in

large compartment fire experiments. (Bechtold, R. 1977 and 1976/1977, Hagen, E., 1987)

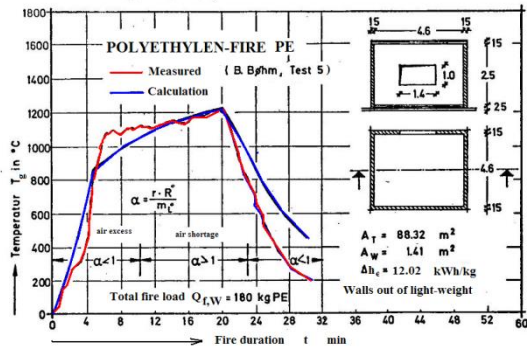


Figure 4.2: Calculated hot gas temperatures in case of a real fire for the hall building (Haksever, A. 1989, s. also PART I, Ref.)

Fig. 4.1 shows the results of a heat balance calculation for the hall enclosure, which was described in the sections 3.1 and 3.2. The calculated hot gas temperatures are shown over the fire duration. They are calculated for fire loads of 15, 30 and 60 kg/m² wood cribs. It is being clear from the picture that at a fire load of 15 kg/m² the maximum temperature reached is about 800 °C and the total fire duration time is about 60 minutes.

The higher fire loads result in both higher temperatures and longer fire durations. For each fire load, the initial development of the fire room temperatures is identical. The fact that the hot gas temperatures in the compartment during the ignition and developing phase of the fire are the same for all fire loads is to be explained by the fact that the same propagation and burning rates as well as ventilation conditions have been taken into account for all fire loads. This assumption can be somewhat crude. In the developing phase of fire temperature zones will occur in the compartment. However for the load bearing calculations of RFCs fully developed fire temperatures gains importance and the propagation rates of fire in the developing phase will play a secondary role (s. PART I section 4.2. Ref.). Calculation shows that the falling branch of the temperatures starts at different times depending on the fire load quantities. The time for the beginning of the

cooling phase is determined in the calculations so that a residual energy of 20% of the initial fire loads is reserved for the cooling phase. The heat balance calculations carried out have also shown that sufficient air masses were available in the fire compartment for all fire loads during the total fire duration. It has been shown on the other hand that in the fully developed fire phase, an almost stoichiometric combustion has taken place in the hall building. This phase was reached for all fire loads shortly before the 20th minute of the fire duration, when the fire had already travelled over the whole hall floor.

4.2 Calculation fire load dependent load-bearing capacity of reinforced concrete hall columns.

Fig. 4.3 shows more detailed form two load characteristics for the hall columns. On the right side the results of the load bearing calculations are illustrated according to the action of ISO Fire.

The investigated RFC is exposed from all sides. According to the statically calculations, they have an initial axial force of 455 kN. This results in a fire resistance of about 35 minutes for the acting load in case of standard fire. On the left side of Fig. 4.3, the fire resistance duration of the hall columns is shown in a set of curves, whereby the acting normal force of the RFC has been introduced here as a parameter.

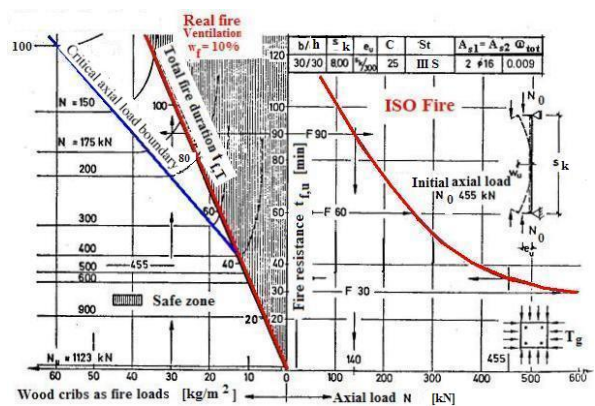


Figure 4.3: Fire resistance of the RFCs of the hall building

The total fire duration of the real fire is shown as a function of the fire loads. This results in, for example, for a fire load of 20 kg/m^2 , a total duration of about 70 min. Fig. 4.3 shows two zones separated by the total duration of the fire. The safe region is shown as a hatched zone that means, depending on the fire loads and the axial load of the RFC, some fire and external load combinations may be within this safe range, so that no failure is expected for the hall building columns in case of a real fire. If at a given fire load a higher fire resistance to be achieved, the desired fire resistance must be brought horizontally with the fire load vertically to the section and then an intersection point must be searched on the nearest load curve. This concerning normal force of the load bearing curve indicates which axial load may act on the RFC at most for the given eccentricity. With an existing fire load of 30 kg/m^2 , the hall columns then reach a fire resistance time of 90 minutes, if they are relatively low loaded with a normal axial force of 175 kN. For all fire loads that are greater than 11 kg/m^2 , a failure results in for the RFC after about 40 (\approx ISO Fire) minutes under the load of 455 kN.

4.3 Fire safety design of the hall construction as industrial building according to the DIN 18230

Fire safety design of the hall building will be shown here as an industrial complex:

It is assumed that on the floor area a 30 kg/m^2 fire load density is present from square timbers as $40 \times 40 \text{ mm}$. The required fire resistance and the class of the structural elements with respect to the

DIN 18 230 results in as follows:

The total surface area amounts to $A_T = 2560 \text{ m}^2$ (Fig. 3.1)

Window openings: $A_w = 63 \text{ m}^2$

The heat energy of the fire load is (s. Table 4.1)

$E_u = 4.8 \text{ kWh/kg}$

$$q_{f,G} = 30.20.40/2560 \sim 10 \text{ kg/m}^2 = 4,8.10 = 48 \text{ kWh/m}^2$$

$A_w/A_T = 63/2560 = 0,024$. From Table 4.2, $w = 2,2$ and from Table 4.3, $\gamma_{nb} = 1,40$ for SK_b^3 . Insulation factor of the building is set as $c_i = 0,2$ for a normal insulation application. The m-factor for square timbers as $40 \times 40 \text{ mm}$ is 1,0 according to the table 4.1

Table 4.1 Burning factor m

Nr	Material	Pile	m-	E_u
		Density	Factor	
		%	-	kWh/kg
1	Wood and wooden Material			
1.1	Spruce wood			
1.1.1	Boards	50	1.0	4.8
		70	0.8	
1.1.2	Squared timber			
	$40 \times 40 \text{ mm}^2$	50	1.0	4.8
1.1.3	Squared timber	50	0.7	4.8
	$100 \times 100 \text{ mm}^2$	90	0.5	
1.1.4	Squared timber	50	0.3	4.8
	$200 \times 200 \text{ mm}^2$	95	0.2	
1.1.5	Squared	50	0.2	4.8
	Timbers	98	0.2	

The equivalent fire duration results in according to the Eq. 4.1 (s. PART I., "Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire, PART I, TUJES"):

$$t_e = (q_{f,G}) \cdot c_i \cdot m \cdot w \quad (4.1)$$

$$t_e = 48. 0,2. 1,0. 2,2 \sim 20 \text{ min.}$$

and necessary fire resistance according Eq. 4.2 is:

$$t_{f,e} = t_e \cdot \gamma_{nb} = 1,4. 20 = 28 \text{ min.} \quad (4.2)$$

If there is an own fire extinguishing facilities in the hall building the required fire resistance reduces to:

$t_{f,e} = 0,6. 28 \sim 17 \text{ min.}$ (s. Table 4.4). In this case structural elements need not a special fire resistance and a design with respect to SK_b^1 will provide necessary fire safety for the hall building (s. Table 4.5). However –at least- a fire safety class F90 should be designed.

Table 4.2: Heat venting factor w

At / A	<0.05	0.05	0.10	0.15	0.20	>0.25
Room opening at one side	3.2	2.0	1.5	1.2	1.0	0.9
Room opening on many sides	2.2	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6

Table 4.3: Safety factors for more storey industrial Buildings (DIN 18230)

Area m ²	Safety Factors according to the type of structural member		
	SK _b ³	SK _b ²	SK _b ¹
1 1600	1.30	1.00	0.60
2 3000	1.45	1.15	0.80
3 5000	1.60	1.25	0.95
4 7000	1.70	1.35	1.05
4 10000	1.80	1.45	1.15
5 15000	1.90	1.55	1.25
6 20000	2.00	1.65	1.35
7 30000	2.10	1.75	1.45

SK_b³ – Main structural elementsSK_b² – Important structural elementsSK_b¹ – Subordinate structural elements**Table 4.4** Correction factors to take into account the efforts for firefighting according to the DIN18230

Qualified factory fire brigades	γ_{nb} without fire extinguishing system	γ_{nb} with fire extinguishing system
Not any	1.0	0.60
2 Parties	0.8	0.50
3 Parties	0.7	0.40
4 Parties	0.6	0.35

Table 4.5: Required fire safety classes of structural elements for industrial buildings according DIN 18230

Required fire resistance for structural element SK _b 3	Fire safety class	Fire safety design of structural elements		
		SK _b ³	SK _b ²	SK _b ¹
≤15	I	-	-	-
>15≤30	II	F 30	F 30	-
>30≤60	III	F 60	F 60	F 30
>60≤90	IV	F 90	F 60	F 60
>90	V	F 120	F 90	F 90

5. Comparison of the fire resistance of RFCs for ISO834 fire and real fire cases

5.1 Definition of the boundary fire loads

The boundary fire load $q_{f,B}$ is a characteristic value for a structure and is given as wood cribs. The RFC shows failure when exposed to the fire with this fire load. However, the fire resistance time is equal to the maximum failure time of the ISO-Fire. The RFC therefore has the same fire resistance duration as in standard fire. Figures 5.1 to 5.7 show the boundary fire loads of various (RFC) under certain boundary conditions. The determination of the boundary fire loads takes place as follows:

On the right side of Figure 5.1, the fire resistance time of a reinforced concrete column is illustrated for different load eccentricities in case of ISO834 fire. This results in almost constant fire resistance duration of the RFCs for different load eccentricities. The left side of the same picture shows the fire resistance of the same RFC according to the exposure of various real fires in the compartment. The load eccentricity is chosen as parameter. The picture shows that the fire resistance time t_f is only slightly affected by different load eccentricities. This means that the boundary fire loads of the examined RFCs can be easily determined, regardless of the load eccentricity. For this purpose, in

Fig. 5.1 the average fire resistance duration in ISO 834 Fire with the fire resistance duration of the same RFC in natural fires must be intersected. This procedure provides on the left side of the picture two intersections. They indicate the upper and lower boundary fire loads. An upper boundary fire load results in because with increasing fire loads a ventilation of 25% will not be sufficient to the complete or stoichiometric combustion and thus to the full development of the fire room temperatures in the enclosure For greater fire loads quantities, therefore, ventilation higher than 25% is needed to ensure at least a stoichiometric combustion.

On the left side of the picture 5.1 three areas can be distinguished. The areas A and C can be described as safe areas with $q_{f,s}$ fire loads, because here higher fire resistance duration than in an ISO834, even no failure is expected. In area B, however, in accordance with ISO 834 an uncertain dimensioning takes place, because in this area the fire resistance duration under the exposure of a real fire is less than would be the case with standard fire exposure. This means that for the area B additional adequate measures must be taken in order to rise the fire resistance duration of the RFC so that it equals at least to an ISO 834 fire.

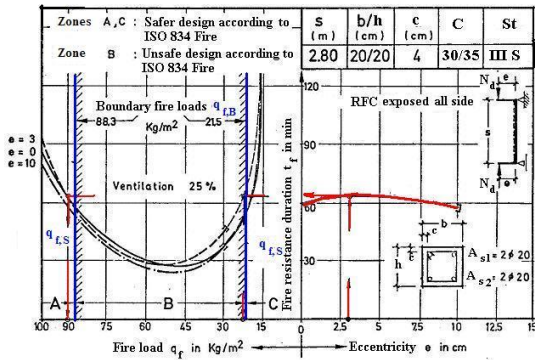


Figure 5.1: Boundary $q_{f,B}$ and safe fire loads $q_{f,s}$ of a RFC at 25% ventilation

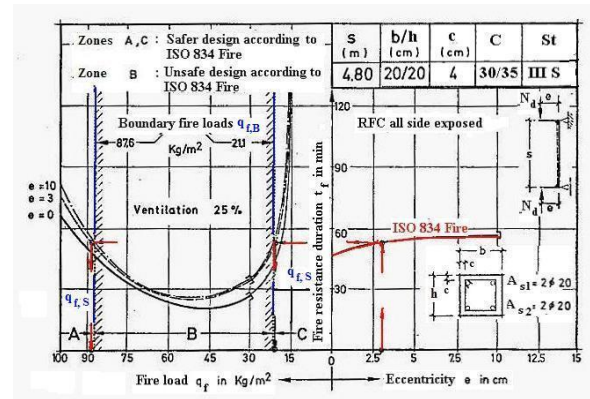


Figure 5.3: Boundary and safe fire loads of a RFC at 25% ventilation

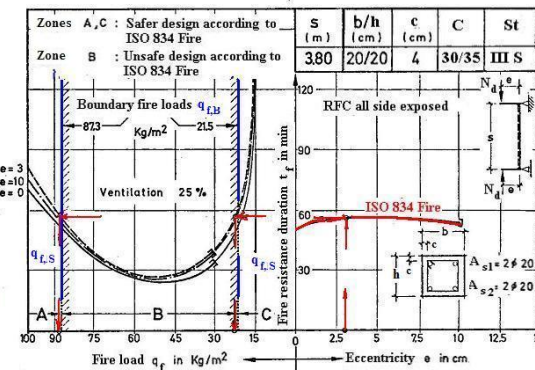


Figure 5.2: Boundary and safe fire loads of a RFC at 25% ventilation

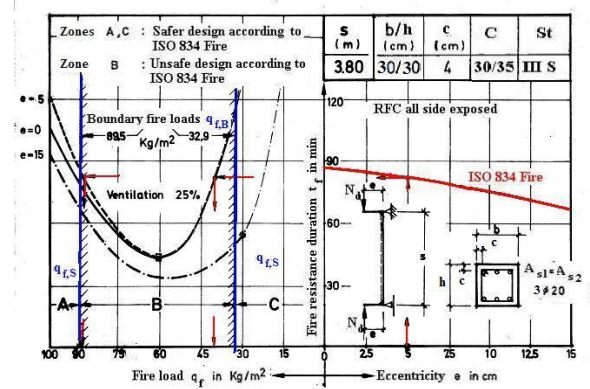


Figure 5.4: Boundary and safe fire loads of a RFC at 25% ventilation

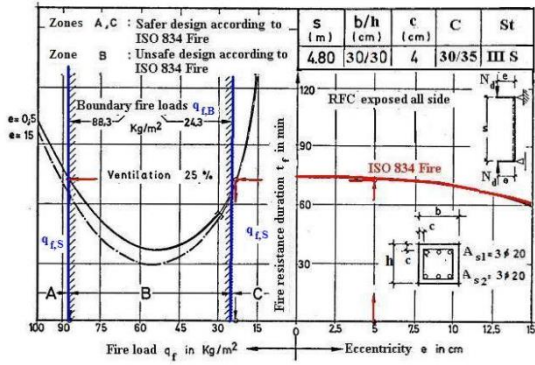


Figure 5.5: Boundary and safe fire loads of a RFC at 25% ventilation

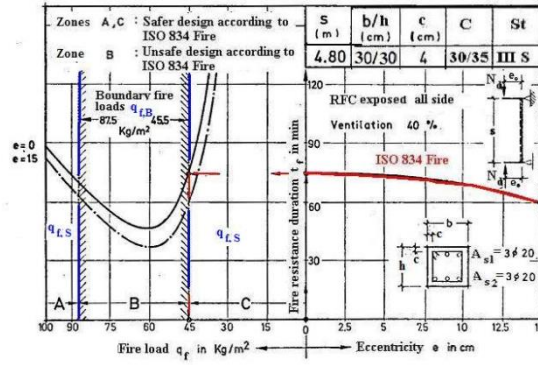


Figure 5.7: Boundary and safe fire loads of a RFC at 40% ventilation

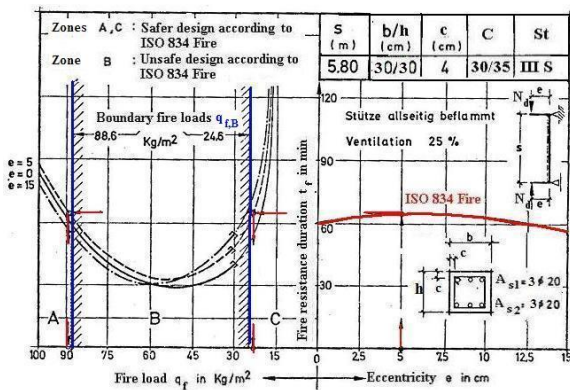


Figure 5.6: Boundary and safe fire loads of a RFC at 25% ventilation

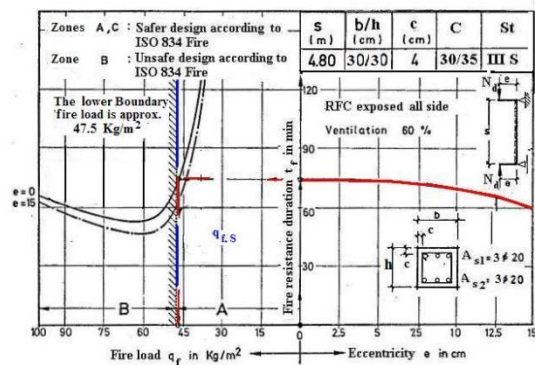


Figure 5.8: Boundary and safe fire loads of a RFC at 60% ventilation

In Figs. 5.1 to 5.6, different reinforced concrete columns were investigated at 25% ventilation for different fire loads and their boundary fire loads were determined. It can then be made a global statement about the boundary fire loads of these RFCs; the upper boundary fire load is therefore 90 kg / m² and the lower about 20 kg / m² wood cribs. In order to show the influence of the ventilation on the level of the boundary fire loads, further results of the investigations have been shown in Figs. 5.7 and 5.8. In Figure 5.7, the boundary fire loads were determined for 40% while Fig.5.8 shows the results for 60% ventilation. The increased ventilation shifts the unsafe area to the greater fire loads. For example, at 40% ventilation, the calculations showed an upper boundary fire load of 88 kg/m² and a lower load of 45 kg/m² as wood cribs. At 60% ventilation, the upper boundary fire load is

determined almost as 100 kg/m² and the lower 48 kg / m² (s. Figs. 5.7 and 5.8).

Table 5.1: (s. §4.3: Safe fire loads of the RFCs)

Ventilation %	Safe fire load
25	15
40	30
60	35

5.2 Definition of safe fire load

The safe fire load is defined so that there is no failure at this or beyond these fire loads. In any case fire resistance time is greater than under the exposure of ISO834 fire. Although the reinforced concrete RFC will experience certain cross-sectional degradation, material decomposition and permanent deformation under the action of real fire, there will be no failure due to material or stability failure for a design of RFC

according to ISO834 Fire. On the pictures 5.1 to 5.8 such safe fire loads are illustrated. For example, Figure 5.1 shows a fire load of 15 kg / m² wood cribs as a safe fire load. The RFC will stand this fire exposure with a ventilation from 25 % without any failure. From these investigations, safe areas for real fires can be obtained for the RFCs. This means that the RFCs under the specified boundary conditions in real fires will have a longer fire resistance duration than maximum fire resistance which is present according to ISO834 fire action. Generally the following fire loads in A and B regions can be given as safe fire loads for different ventilation conditions (s. Table 5.1):

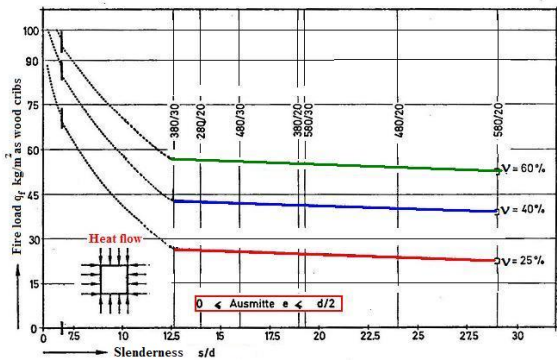


Figure 5.9: Safe fire zones of a RFC in real fire exposure

Figure 5.9 shows such safe areas for various RFCs over the slenderness. These areas have different band widths for different ventilation conditions. Whether a RFC falls into a safe area, can be determined by bringing the slenderness to the existing fire load to intersection. If this point of intersection is below the specified ventilation, the RFC is in the safe area and has at least the fire resistance duration determined according to the ISO834 fire exposure. Figure 5.9 shows that the safe area also increases with greater ventilation. In critical ventilation conditions, such as 25% ventilation, there is a reduced safe area for the RFC. The safe areas were determined by evaluating the fire resistance duration of numerous calculated RFCs under different ventilation

conditions. The Fig. 5.9 is limited for load eccentricities maximum to $e / d = 0.5$.

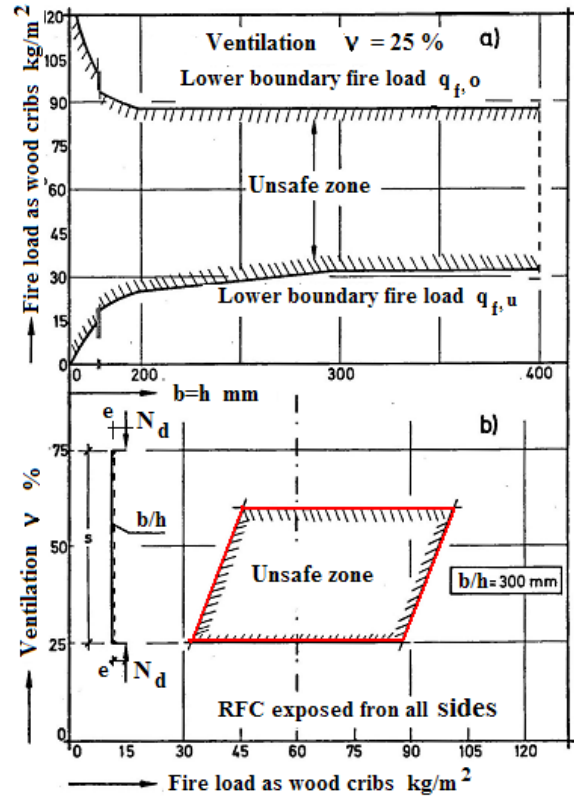


Figure 5.10: a) Distribution of the boundary fire loads bound to the concrete cross section dimensions

b) Safe and unsafe zones of a concrete cross section in real fire case

By means of the Fig. 5.9, the stability of RFCs can be assessed also in industrial buildings under the different ventilation conditions for a real fire case. In Fig. 5.10, several RFCs with a square cross section were further investigated with regard to the boundary fire loads. Fig. 5.10 shows the upper and lower boundary fire loads of the RFCs over the cross-section dimensions. In accordance with the RFC slenderness for square cross sections of 20 to 40 cm, this results in an upper boundary fire load of 90 kg/m² and a lower boundary fire load of 30 kg/m² as wood cribs. As decreasing cross-sectional widths, the lower boundary fire loads are reduced, while the upper boundary fire loads increase. This observation can be explained by the fact that at low ventilation and accordingly high fire loads, the mass of air needed for combustion are not available,

so that due to the lack of oxygen, the fire room temperatures can not fully develop and for smaller square cross-sections (20-30 cm), the upper fire loads must be very high in order to cause a lack of oxygen and lower temperatures in the fire room.

Fire Room Dimension 20.6x7.60x3.6 m³

Bezeichnung Relation	Brandlast (kg / kg/m ²) Fire load	Brandlast- anordnung Configuration (m ² /m ²)	Ventilationsbedingungen Ventilation conditions			Abbrand u. Umrech- nungsfaktor	
			Anerkennung der Öffnung [m ²]	Öffnungs- faktor [m ²]	Öffnungs- faktor [m ²]	m- Faktor	u- Faktor
SF- 85/8	989 / 6.73		5 = 1.4 = 7	8.3	0.017	1.00	1.43
SF- 85/9	920 / 6.26		2.6 + 3 = 7.8	13.51	0.027	1.00	0.96
SF- 85/10	1815 / 12.36		2.6 + 3 = 7.8	13.51	0.027	1.00	1.00
SF- 86/1	940 / 6.40		1 = 3 = 3.0	5.20	0.011	1.00	Verbleiben versagt!
SF- 86/2	900 / 6.13		3 = 1 = 3.0	3.00	0.006	1.00	1.81
SF- 86/3	1800 / 12.25		3 = 1 = 3.0	3.00	0.006	1.00	0.86
SF- 86/4	900 / 6.13		3 = 0.5 = 1.5	1.06	0.0022	1.00	1.72

Full scale fire experiments

Burning and
conversion factors
"m" and "u"

Figure 5.11: Parameters of the fire loads applied in full scale Finland-Experiments

6. Summary and conclusions

This paper deals with the fire behavior of monolithically cast reinforced concrete structures. Starting point for the study is a reinforced concrete building, which is a typical contemporary industrial building. The former studies showed that boundary conditions for columns and beams of an entire structural system can be simulated on a single structural. A real fire development can be modelled by the standard fire condition.

Fire design is based on the verification of adequate structural safety in case of a fully developed compartment fire. In practical application adequate structural safety may be assumed if the needed function of structure or structural member in regulations is maintained during the relevant part of the fire exposure. It applies to the structures and structural members which surround the fire compartment, e.g. external columns and beams. By this the design situation considered may be a fire affecting the structure as a whole or only a part of it. Due to this fact the GFPA-guideline "Ingenieurmethoden des Brandschutzes" (Engineering Methods

of fire protection) has been developed in the recent years, which describes and classifies the available possibilities, approaches and models as well as provides suitable support for their application. Nowadays it is unavoidable to continuously improve and extend the available possibilities of numerical fire simulations also in the future to satisfy the rising requirements as sufficiently as possible. Beyond that, the developed model has made a valuable contribution in other fields, where extensions and improvements are still necessary in the future (Dobbernack, R., 1987 and Haksever, A., 1988).

In summary, in this research work the assessment method 3 is generally applied to all types of fires where sufficient practical experience concerning the risks at fires are available (s. section, PART I, 3.2 Fire protection design principles, Fig. 3.5., s. also Hagen, SFB 148 Subproject C3, "Finland-Versuche-"Finland experiments," 1987). Fig. 5.11 shows the full scale experiments carried out in an enclosure with wood cribs in VTT-Helsinki (s. Ref.).

Also an important step was made for the purpose of the fire protection design of structures. The assessment concerns only aspects relating to the performance of structural elements. Special measures for ensuring reparability and reservicability and protection of people are not dealt in this paper. In this concern the research work deals with the definition and the determination of boundary fire loads $q_{f,B}$ and safe fire loads $q_{f,C}$ of RFCs:

- 1- Boundary fire loads of a RFC is so defined that they result in the same maximum fire resistance during the acting of an ISO 834 fire. Boundary fire loads show two limit values as lower $q_{f,u}$ and $q_{f,o}$ an upper fire load for the RFC. These fire loads result in the same fire resistance of an ISO 834 fire. Within these fire loads the fire resistance of RFCs is lower than the ISO 834 fire case and indicates an unsafe area (s. Figs. 5.1-5.8). Any design with respect to the

ISO 834 fire will cause a less fire resistance than the case of the standard fire.

- 2- Beyond the boundary fire loads, the regions ($q_{f,S} < q_{f,B}$ and $q_{f,S} > q_{f,B}$) include the safe fire loads $q_{f,S}$. In those areas the fire resistance of RFCs in case of real fire is in any
- 3- Beside that the design of RFCs with respect to the ISO 834 regulations is presented (s. Section 4.2). In an example it is demonstrated that no additional preventive measures for RFCs of the industrial building may be necessary with respect to the ISO 834, however it is recommended that a F90 design regulations should be chosen.
- 4- Kodur, et al presents in their article (2018), that an insulated fiber-reinforced polymer strengthened (FRP) reinforced concrete slab (RC) can achieve fire resistance comparable to that of a conventional un-strengthened RC slab, and can withstand higher load levels during fire exposure. Provision of fire insulation on FRP strengthened RC slab can enhance fire resistance by as much as 60-90 minutes, in most practical situations.
- 5- Hawileh, R. A. Draws also in their article (2011) the following main conclusions based on the results of the finite element investigations:
 - a-With respect to the fire performance of CFRP-strengthened insulated T-beams exposed to top fire, the temperature in the FRP was relatively low during the fire exposure and therefore its structural integrity was maintained.
 - b-As a result of heating the top surface of the beam, the downward deflection was decreased. On the other hand, an increase in the downward deflection will occur if the beam is heated from the soffit of the beam. Heating the top surface of the beam seems with a behavior similar to beam prestressing.

In the above given articles it was emphasized *interestingly*, that since the failure state shows different modes according to the amount of fire load in natural

fires, the different edge conditions (top or bottom heating, CFRP or FRP use, insulation use ..) will show different modes and this situation will be correlated to the effect of fire loads.

Beyond that, the developed Structural model makes also a valuable contribution in other fields (s. Haksever, TUJES Issues). Finally, the present numerical fire simulations were expanded with the developed model for enclosure fires and verified with large scale fire experiments (s. C3-experiments in Finland) where the improvements are still necessary in particular in upgrading travelling fires and pyrolysis models.

Conflict of Interest:

The authors declared that there is no a potential or existing conflict of interest between their scientific work and their personal situation.

Authorship:

All authors certify that they have participated sufficiently in the work to take public responsibility for the content, including participation in the concept, design, analysis, writing, or revision of the manuscript. Furthermore, each author certifies that this material or similar material has not been and will not be submitted to or published in any other publication.

Acknowledgement and notations:

See "Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire, Part I, TUJES, 20(1): 1-21"

References

- Bechtold, R ., „Zur thermischen Beanspruchung von Aussenstützen im Brandfall“. (On the thermal exposure of outdoor columns in fire case). Diss., TU-Braunschweig, 1977.
- Bechtold, R ., „Brandversuche an einem zum Abbruch bestimmten Gebäude. Mitteilungsblatt des Niedersächsischen Material Prüfamtes“, (Fire tests on a breaking off building. Newsletter of the Lower Saxony Materials Testing Office).,1976, 1977
- David Rush, David Lange., "Towards a fragility assessment of a concrete column exposed to a real

- fire” – Tisova Fire Test. *Engineering Structures*, Volume 150, 1 November 2017, Pages 537-549
- Dobbernack, R., “Modellierung realer Brände“ (Modelling of real fires), Abschluß-kolloquium., SFB 148, Technische Uni-versität Braunschweig, 1987
- GuobiaoLou, “ChenghaoWang, JianJiang, YaqiangJiang. LiangweiWang, Guo-QiangLi., Experimental and numerical study on thermal-structural behavior of steel portal frames in real fires”. *Fire Safety Journal*, Volume 98, June 2018, Pages 48-62
- Haksever, A., “Ein Beitrag zum m-Faktor-Ver-fahren nach DIN 18 230“ (A contri-bution to the m-Factor methode according to the DIN 18230)., Schlussbericht Teilpro-jekt C3, Tech-nische Universität Braunschweig, 1988
- Haksever. A., etal., **PART I**, “Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire”, PART I, TUJES
- Hagen, E., „Der Natürliche Brand bei unter-schiedlichenRandbedingungen“ (Natural fire at different conditions), Abschluß-kolloquium., SFB 148 C3, Technische Universität Braunschweig, 1987
- Hawileh, R. A., Naser, M., & Rasheed, H. A. (2011). „Thermal-Stress Finite Element Analysis of CFRP Strengthened Concrete Beam Exposed to Top Surface Fire Loading”. *Mechanics of Advanced Materials and Structures*, 18(3), 172–180.
- Kodur, V. K. R., & Bhatt, P. P. (2018). „A numerical approach for modeling response of fiber reinforced polymer strengthened concrete slabs exposed to fire”. *Composite Structures*, 187, 226–240.
- João Paulo C. Rodrigues, Luís Laím, António Moura Correia., “Behaviour of fiber reinforced concrete columns in fire”. *Composite Structures*, Volume 92, Issue 5, April 2010, Pages 1263-1268
- Ju-young Hwang, Hyo-Gyoung Kwak., “Evaluation of post-fire residual resistance of RC columns considering non-mechanical deformations”. *Fire Sa-fety Journal*, Volume 100, September 2018, Pages 128-139
- Kan Zhou, Lin-Hai Han., “Experimental performance of concrete-encased CFST columns subjected to full-range fire including heating and cooling”. *Engineering Structures*, Volume 165, 15 June 2018, Pages 331-348.
- Kordina. K., “Natural fires: Research and application in consulting”. *Fire Safety Journal*, Volume 17, Issue 2, 1991, Pages 113-128.
- Limin Lu, Guanglin Yuan, Zhaohui Huang, Qianjin Shu, Qing Li., “Performance-based analysis of large steel truss roof structure in fire”., *Fire Safety Journal*, Volume 93, October 2017, Pages 21-38
- Patrick Bamonte, Nataša Kalaba, Roberto Felicetti., “Computational study on pre-stressed concrete members exposed to natural fires”. *Fire Safety Journal*, Volume 97, April 2018, Pages 54-65
- TUJES, Trakya University, *Journal of Engineering Sciences*
- VTT, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus Sta-tens Tekniska Forskningscentral (Technical Research Centre of Finland. Espoo, Helsinki. Finland).
- Yih-Houng Chen, Yun-Fei Chang, George C. Yao, Maw-Shyong Sheu., “Expe-rimental research on post-fire behaviour of reinforced concrete columns”., *Fire Safety Journal*, Volume 44, Issue 5, July 2009, Pages 741-748
- See more in “Behavior of reinforced concrete columns of buildings exposed to a real fire, Part I, TUJES, 20(1): 1-21”

BIYOKLİMATİK TASARIM MATRİSİ (TÜRKİYE)

Pınar KISA OVALI¹ 

¹Trakya Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Edirne / Türkiye

Makale Künye Bilgisi:

Kısa Ovalı, P. (2019). Biyoklimatik Tasarım Matrisi (Türkiye). *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 51-66

Öne Çıkanlar

- Biyoklimatik tasarım matrisinde bina tasarımına ilişkin “Rüzgâr kırıncılar”, “İç-dış odalar”, “Güneş duvar/pencereleri” ve “Isı örtüsü/yalıtım” konseptleri tüm iklim bölgelerinde öncelikli değerlendirilir.
- İklimler kuruluğu tasarımcıyı ve tasarımı zorlayan bir etmendir ve matris stratejilerinin tümünün kullanımını gerektirir. İklimin nemlilik özelliği kazandığı ılıman-nemli ve sıcak-nemli bölgelerde ise “yerkaşına yerleşim” konseptinin öncelik oluşturmadığı, bu önceliğin ılıman-kuru ve sıcak-kuru bölgeler için geçerlidir.
- Biyoklimatik tasarım matrisinde iklim bölgeleri için birincil derecede önerilmeyen stratejilerin de kullanımı söz konusu olabilir. Ancak bu noktada maliyetlerin artabileceği, enerji kayıp ve kazançlarının değişeceği tasarımcı tarafından ön görülmelidir.

Makale Bilgileri

Öz

Makale Tarihi:

Geliş:
11 Haziran 2019
Kabul:
20 Eylül 2019

Anahtar Kelimeler:

biyoklimatik tasarım;
iklimsel konfor;
Türkiye;

Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı bu çalışmada, literatür araştırması kapsamında biyoklimatik mimari tanımlanmaktadır. Biyoklimatik mimariye ilişkin strateji ve konseptler detaylı açıklanarak, ilişki örüntüsü en az sıcak devre (kış) ve en sıcak devrede (yaz) optimum iç mekân konforunun sağlanmasında kullanılacak tasarım matrisine dönüştürülmektedir. Yirmi temel ilişkiyi tanımlayan matris, semboller iklim bölgesinin özelliğine göre öncelikli değerlendirilmesi gerekli ilişkileri ifade etmektedir. Sembollere sayısal değer verilmesiyle mimari tasarımlara aktarılması öngörülen yaklaşımların matematiksel ifadesi elde edilmiştir. Türkiye'nin 81 ili, geleneksel yapılaşma kültürüyle de uyumlu; soğuk, ılıman-nemli, ılıman-kuru, sıcak-nemli ve sıcak kuru iklim bölgelerine ayrılmaktadır. Her iklim bölgesi için oluşturulan biyoklimatik matris verileri; yerleşme dokusu ve bina tasarımına ilişkin yaklaşımlar kapsamında detaylı açıklanmakta ve mimarlara biyoklimatik bina tasarlama noktasında Türkiye özelinde rehber bir matris sunulmaktadır.

BIOCLIMATIC DESIGN MATRIX (TURKEY)

Article Info

Abstract

Article History:

Received:
June 11, 2019
Accepted:
September 20, 2019

Keywords:

bioclimatic design;
climatic comfort;
Turkey;

In this study using qualitative methods, context of approaches to literature search bioclimatic architecture is defined. The relationship pattern is transformed into a design matrix that can be used to provide optimum indoor comfort at least in the hot season (winter) and the hottest season (summer) by describing the strategies and concepts related to bioclimatic architecture in detail. Mathematical symbols that define twenty basic relations, state the necessary relationships to be prioritized according to the feature of the climate zone. Mathematical expression of predicted approaches to transferring symbols to architectural designs with numerical value is obtained. The 81 provinces in Turkey's political map are divided into cold, temperate-humid, temperate-dry, hot-humid and hot dry climate regions compatible with traditional settlement culture. Bioclimatic matrix data generated for each climate region; architects are presented with a guide matrix specific to turkey at the point of designing a bioclimatic building, context of approaches to the settlement pattern and building design are described in detail and sustainable / ecological building designs have become important today.

1. Giriş

Bina içi iklimsel konforun enerji tüketimini artırmaksızın istenilen düzeyde tutulabilmesi, dış iklim koşullarını belirleyen; ışınım, sıcaklık, nem ve rüzgârın kontrolüne bağlıdır. İklimsel konfor, kişinin belirli değerlerdeki; iç hava sıcaklığı, bina kabuğu iç yüzey sıcaklığı, nem ve hava hareketi gibi iç iklim

bileşenlerinin oluşturduğu çevre etkisi altındayken konforsuzluk hissi duymadığı durum olarak tanımlanmaktadır (ASHARE 55-74, Gallo vd., 1998:3). Konforlu bir iç mekân için önerilen optimum değerlerin (Çizelge 1) dışına çıkılması kişiler açısından konforsuz iç mekân oluşumuna neden olurken, aynı zamanda ısıtma veya soğutma enerji tüketimlerini de artırmaktadır.

Çizelge 1: Konforlu bir iç mekân için önerilen değerler

Mekân adı	İç ortam havası °C		Bağıl nem %		Hava hareketi en fazla m/s		İç yüzey sıcaklığı °C	
	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış	Yaz	Kış
Yaşama mekânı	22-25	19-22	40-60 arası	40-50 arası	0,2-0,4 arası	≤ 0,2	Hava sıcaklığının 2-3 °C altında	Hava sıcaklığının 2-3 °C altında
Yatma mekânı	19-22	17-20						
Mutfak	20-22	18-20						
Banyo	22-25	20-23						
Wc	19-22	17-20						
Koridor	19-22	17-20						
Merdiven	18-20	16-18						
Çalışma odası	22-24	19-22						

Kaynak: (Göksal ve Ülgen, 2000:37)

Biyoklimatik mimarlık, kökeni yerel mimariye dayanan, iklim ve çevre koşullarının binanın iç ikliminin oluşturulmasında temel yönlendirici olduğu bir mimari yaklaşımı tanımlamaktadır (Widera, 2015:567). Biyoklimatik tasarımlarda pasif mimari bileşenler ve peyzaj öğeleri ile iklimsel etkiler kontrol altında tutularak optimum iç mekan konforu sağlanır. İklimle uyumlu bu tasarımlarda mekanik sistemlere (aktif çözümler) olan bağlılıktan kaçınılır ve bu sistemler destek olarak değerlendirilir (Tundrea ve Budescu, 2013:110).

Binalarda enerji kullanımını zorunlu kılan önemli faktörlerden biri iklimsel konfor gereksinimidir. İç mekân konfor koşullarının sağlanabilmesi için binaların belirli dönemlerde ısıtılması veya soğutulması gerekmektedir. Bu gereksinim karşılanırken tüketilen enerjilerin azaltılması ve enerji korunumu sağlayan iklimle uyumlu/biyoklimatik tasarımların yapılabilmesi için tasarımı yönlendiren kavramsal çerçeve önem kazanmaktadır. “İklim ve tasarım” ilişkisi kapsamında incelenen çalışmalarda

(Aronin, 1953; Oglyay, 1963; Konigsberger vd., 1975; Egan, 1974; Konya, 1980, Watson ve Labs, 1992; Ayan, 1985, Orhon vd., 1988; Colombo vd., 1994; Radovic, 1994; Karaman, 1995; Jones, 1998; Givoni, 1998, Hyde, 2000, Yılmaz, 2007); kuzey yarım küre için iklim bölgesine göre en az sıcak devrede/kış binanın iç enerjisinin korunması, en sıcak devrede/yaz havalandırma ve soğutma olanaklarının artırılması gerektiği belirlenmiştir. Bu kapsamda Watson ve Labs (1992)’in biyoklimatik tasarım strateji ve konsept ilişkilerini açıklamaya yönelik çalışması (Çizelge 2) bütüncül bir kavram açılımı sunmaktadır.

Karaman (1995) tarafından Türkiye geleneksel konut dokusu özellikleri dikkate alınarak geliştirilen biyoklimatik tasarım stratejileri Watson ve Labs’ın tasarım stratejilerinden faydalanmakla birlikte revize edilmiştir. “Toprakla serinliği artırmak (yaz)” stratejisi aynı içerikle “Periyodik ısı akışını geciktirmek (yaz-kış)” şeklinde, “Sızıntıyı azaltmak (yaz-kış)” stratejisi ise yalnızca kış koşulları için değerlendirmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 2: Biyoklimatik tasarım stratejileri

KONTROL STRATEJİLERİ		İLETİM	TAŞINIM	İŞİNİM	BUHARLAŞMA
		KAZANCI ARTIRMAK			Güneş kazancını arttırmak
KIŞ	KAYBI ÖNLEMEK	İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Dış hava akımını azaltmak Sızıntıyı azaltmak		
YAZ	KAZANCI ÖNLEMEK	İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Sızıntıyı azaltmak	Güneş kazancını azaltmak	
	KAYBI ARTIRMAK	Toprakla serinliği arttırmak	Havalandırmayı arttırmak	İşima yoluyla serinliği arttırmak	Buharlaşma yoluyla serinliği arttırmak
	ISI KAYNAĞI		Atmosfer	Güneş	
	ISI YUTUCU	Toprak	Atmosfer	Gökyüzü	Atmosfer

Kaynak: (Watson ve Labs, 1992:32)

Çizelge 3: Karaman'a göre biyoklimatik tasarım stratejileri

		İLETİM	TAŞINIM	İŞİNİM	BUHARLAŞMA
EN AZ SICAK DEVRE (KIŞ)	ISI KAZANCINI ARTIRMAK	Periyodik ısı akışını geciktirmek		Güneş kazancını arttırmak	
	ISI KAYBINI ÖNLEMEK	İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Dış hava akımını azaltmak Sızıntıyı azaltmak		
EN SICAK DEVRE (YAZ)	ISI KAZANCINI ÖNLEMEK	İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak		Güneş kazancını azaltmak	
	ISI KAYBINI ARTIRMAK	Periyodik ısı akışını geciktirmek	Havalandırmayı arttırmak	İşima yoluyla serinliği arttırmak	Buharlaşma yoluyla serinliği arttırmak

Kaynak: (Karaman, 1995.27)

Biyoklimatik tasarımlarda iç mekân ısı konfor oluşumunu ve enerji korunumunu etkileyen en önemli tasarım parametreleri, binanın konumu, yönlenmesi, formu, binalar arası mesafe ve yapı kabuğunun optik ve termo fiziksel özellikleridir (Yılmaz, 2007:307). Bu kapsamda farklı iklim bölgelerine göre en az sıcak devre (kış) ve en sıcak devrede (yaz) optimum iç

mekân konforunun sağlanmasında kullanılabilir iklim kontrol stratejileri dokuz başlıkta (Çizelge 4), mimari tasarımı yönlendirecek konseptler dört başlık altında tanımlanarak (sekiz alt başlık) (Çizelge 5), biyoklimatik tasarım matrisi oluşturulmaktadır. Kontrol stratejileri içinde “İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak” stratejisinin çoğunlukla kış, gerekli

durumlarda yaz döneminde kullanılması sebebiyle kış stratejileri içinde değerlendirilmiştir.

Çizelge 4: Biyoklimatik tasarım için iklim kontrol stratejileri

STRATEJİLER		AÇILIM
EN AZ SICAK DEVRE (KIŞ)	İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Isıl iletkenlik olarak tanımlanan ısı taşınım süreci, opak yapı malzemelerinin dış yüzeyi tarafından soğurulan ısı enerjisinin malzemenin iç yüzeyine geçişi olayıdır. Bu strateji, mekân içindeki ısının korunması için yapı kabuğunda yalıtım malzemelerinin kullanımıyla ısı geçişinin engellenmesini tanımlamaktadır. İç mekân ile dış mekân arasındaki ısı farkı arttıkça yöntem etkili olmaktadır. Ancak, en sıcak devrede bu durum doğal serinliğin olmadığı alanlarda, uzun zaman için konfor sağlanması gerektiğinde detaylı irdelenmelidir. Isı akışı; optimum yüzey alanı, ısıya dayanıklı yapı kabuğu oluşumu ve bina içinde ısı bölgelemesi yapılarak, yapıyı çevreye ilişkin tasarım ölçütleri içinde dengelenebilecek bir unsurdur. Dış yüzey alanı azaldıkça dış mekâna olan ısı akışı da azalmaktadır.
	Güneş kazancını artırmak	Pasif ısıtma yöntemlerini kapsayan bu stratejide (güney penceresi, kış bahçesi, trombe duvarı vb.) opak yapı elemanları aracılığıyla depolanan ısı enerjisi iletim yoluyla iç mekâna aktarılır. En az sıcak devrede güneşin ışınım etkisinden daha fazla yararlanabilmek için güneşe yönelmiş saydam yüzeyler veya mekânlar ısıtma elemanı olarak kullanılır.
	Dış hava akımını azaltmak	Binanın dış yüzeyinin maruz kaldığı soğuk rüzgâr şiddeti ve süresi arttıkça bina kabuğunun ısı kaybı da artar. Bu noktada peyzaj elemanları, rüzgârın istenmeyen soğutma etkisini azaltan bir unsur olarak kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra bina biçimi, kabuk organizasyonu, binanın rüzgara göre konumu gibi tasarıma ilişkin ölçütler rüzgârın olumsuz etkisini azaltacak şekilde ele alınmalıdır.
	Sızıntıyı azaltmak	İç mekân konforu açısından iç ortamdan dış ortama veya tersi durumda, kapı ve pencere bileşenlerinin doğru uygulanmaması veya kullanımda oluşan çatlaklar nedeniyle oluşabilecek ısı kayıplarının azaltılması önemlidir.
KIŞ / YAZ	Periyodik ısı akışını geciktirmek	Bina kabuğunun ısı depolama kapasitesi yüksek opak bileşenlerle oluşturulması, ısıtma enerjisi korunumu sağlamaktadır. Zaman-geciktirmeye (time-lag) dayalı kabuk oluşumu sayesinde özellikle uzun gün ve geceli sıcak-kuru iklim bölgelerindeki ısı değişimleri dengelenerek, gündüz oluşan sıcaklık etkisi azaltılabilir. Soğuk, ılıman-kuru ve sıcak-kuru iklim bölgeleri için, yerkabuğuna yerleşim ve toprak katmanının yalıtım elemanı niteliğinde kullanımı uygun konfor koşulları sunmaktadır. Ancak, toprak altında yapılaşmada uzun süreli ısı akışı etkilerine dikkat edilmelidir.
EN SICAK DEVRE (YAZ)	Güneş kazancını azaltmak	En sıcak devrede yüksek sıcaklığın neden olduğu konforsuzluk hissinin ortadan kaldırılabilmesi için güneş kontrolü gerekmektedir. Güneş kontrolü; engelleme, yansıtma, saydam yüzey yönlerinin ve boyutlarının belirlenmesiyle gerçekleşmektedir. Engelleme, bina kabuğuna bağlı veya ayrı gölgeleme elemanları yanında peyzaj organizasyonu ile sağlanmaktadır. Yansıtma, saydam yüzeylerin ışınımı yutma ve geçirme kapasitesi ile orantılıdır. Saydam yüzeylerin organizasyonunda en sıcak devrede yüksek ışınım alan cephe yüzeyindeki saydamlık oranının optimum boyutu ve yönlenmesi belirlenmelidir.
	Hava akışını artırmak	En sıcak devrede sıcaklık ve nem etkisinin yüksek olduğu iklim bölgelerinde, iç iklimsel konforun dengelenmesi için pasif soğutma alternatiflerinin kullanılması gerekmektedir. Pasif soğutma etkisi basınç farkı (doğrudan havalandırma yoluyla konfor havalandırması, çapraz havalandırma, gece havalandırması) veya baca etkisi ile sağlanabilir.
	Buharlaşma yoluyla serinliği artırmak	Suyun doğal veya yapay yollarla buharlaştırılmasıyla soğutma sağlanmaktadır. Soğutma bina içinde buharlaşan su ve hava akımıyla sağlanabileceği gibi, dış yüzeylerde buharlaştırmaya dayalı yöntemlerle de sağlanabilmektedir (soğutma kuleleri, ısıtılmış çatı ve duvar yüzeyleri). Bu basit yöntemler sıcak-kuru iklim bölgelerinde optimum konfor sağlar ve gerektiğinde mekanik donatılarla desteklenebilir.
	İşırma yoluyla serinliği artırmak	Binanın dış yüzey sıcaklığının çevre sıcaklığından fazla olması durumunda gerçekleşir. Güneş ışınımı etkisinde kalan binanın dış yüzeyi (ısı kütlesi); ışınımı ısı enerjisi olarak depolar. Bina kabuğu gece koşullarında depoladığı ısı enerjisini taşınım ve iletim yoluyla dış ortama aktarır. Bu durumda bina etkin olarak sıcaklıkyayar ve soğur.

Kaynak: (Watson ve Labs, 1992:33-36; Karaman, 1995:25-28)

Isıtma ve soğutma koşulları için iç mekânda enerji tüketimini azaltacak bu stratejiler konseptler biyoklimatik konforu sağlayacak ve yapı çevre aracılığıyla mimari tasarımlara aktarılmaktadır.

Çizelge 5: Biyoklimatik tasarım konseptleri

KONSEPTLER		AÇILIM
Yerleşim planlaması konseptleri	1. Rüzgâr kırıcılar (kış)	Soğuk nitelikli kış rüzgârlarından korunmak için; <ul style="list-style-type: none"> • arazi formu, komşu yapılaşma veya bitkileri rüzgâr kırıcı olarak kullanma, • bina kabuğunun form ve yönlenmesiyle rüzgârın olumsuz etkisinin azaltma.
	2. Bitkiler ve su (yaz)	Buharlaştırma ve gölgeleme ile soğutma yapmak için su ve bitkiler bina çevresinde veya yüzeyinde kullanılır; <ul style="list-style-type: none"> • yerleşimin veya binanın serinletilmesi için zeminde ve bina yüzeyinde bitkileri kullanma, • buharlaştırma ile nem sağlanmak ve serinliği artırmak için çatı havuzu veya ıslatılmış çatı kullanma..
Bina kütle ve mekân organizasyonu konseptleri	3. İç/Dış odalar (kış ve yaz)	En sıcak devrede soğutma ve en az sıcak devrede ısıtma sağlamak için avlu, güneş odası, kış bahçesi, rüzgârlık gibi mekânları tasarlanmak (pasif ısıtma); <ul style="list-style-type: none"> • tampon alan oluşturacak mekânları (garaj, depo) kuzey yönlü konumlandırma, • ısı kazancının artırılabilmesi için iç mekânda güneşe yönelmiş bölgeler oluşturma, • işlevlerin güneşe yönelmeyle uyumlu olması.
	4. Yeraltına yerleşim (kış ve yaz)	Bina kısmen ya da tamamen toprak altına alınarak, toprağın bir yalıtım malzemesi gibi çalışması sağlanır. En az sıcak devrede ısı korunumu sağlanırken rüzgârın istenmeyen etkileri de önlenir. En sıcak devrede için serinletici ortam oluşur; <ul style="list-style-type: none"> • binanın toprak oyularak inşa edilmesi, • zemin sıcaklık değişimleri için kalın malzeme kullanımı yanında çim çatıların kullanımı.
Bina kabuğuna ilişkin konseptler	5. Güneş duvarları, pencereler (kış)	En az sıcak devrede binaların ısıtılmasında güneşten yüksek oranda faydalanmak için güneşe yönelmiş duvar ve saydam yüzeylerin oluşturulduğu pasif ısıtma yöntemlerini kapsar (Trombe duvarı, metal güneş duvarı vb.); <ul style="list-style-type: none"> • güneş bakan saydam yüzeylerden bina zeminine olan yansımaları artırma, • bina kabuğunun biçim ve yönlenmesiyle kış güneşi alımını artırma, • ısı depolama kapasitesi yüksek malzemeleri kullanma, • güney cephelerde saydamlık oranını artırma, • güneye yönelmiş bina yüzeylerinde güneş duvarı, güneş toplacı veya PV kullanma, • ışınlamayı artırmak için saydam yüzeylerin önünde yansıtıcı panel kullanma, • güneşle ısı kazanımı ve doğal aydınlatma için tepe penceresi kullanma.
	6. Isı örtüsü /yalıtım (kış)	İklimle uyumlu tasarım yöntemlerinin çoğu en az sıcak devrede iç mekânı dış iklim koşullarından koruyarak ısıtma enerjisi kazanmayı amaçlar; <ul style="list-style-type: none"> • dış duvar yüzeyinin ve çatı alanını azaltma (yüzey/hacim ilişkisi), • iç mekânı sıcak ve soğuk olarak bölgelere ayırma ve girişlerde rüzgârlık/vestiyer tasarlama • iç ve dış iklim arasında tampon bölge olarak çatı katı oluşturma, • zemin ve iç mekân arasında tampon bölge (bodrum veya boşluk) oluşturma, • konfor sağlamada doğal veya mekanik destekli hava bacaları yapma, • merkezi ısı kaynaklarını bina içinde tutma, • depo, garaj gibi mekânları iklimsel tampon sağlayacak şekilde konumlandırma, • bina kabuğundan ısı akışını engelleyecek yalıtım malzemelerini doğru seçme, • nem hareketine buhar engeli uygulama ve hava sızıntısını engellemek için detaylar geliştirme, • kabuktaki ısı akışını kontrol etmek için ısı tutuculuğu yüksek malzemeler seçme, • saydam yüzeylerde yalıtım kontrolünü sağlama, • kuzey, batı veya doğuda bulunan pencere ve kapı boşluklarını azaltılma, • hava akışı için havalandırma açıklıklarının doğru organizasyonu.
Bina açıklıklarına ilişkin konseptler	7. Güneş kırıcılar (yaz)	Yaz ve kış güneş açısının farklılığı binalarda en sıcak devrede gölgeleme gereksinimi oluşturur; <ul style="list-style-type: none"> • zeminde ve bina yüzeylerinin dış camlarında oluşacak yansımaları azaltma, • gölgesi için toprak formları, komşu yapılar ve bitkileri kullanma, • bina kabuğunun biçim ve yönlenmesiyle yaz güneşi alımını azaltma, • yaz güneşi alan opak bina yüzeylerinde gölgeleme elemanı oluşturma, • yaz güneşine yönelmiş yüzeylerde ısı yansıtıcı malzemeler kullanma.
	8. Doğal hava akışı (yaz)	Mekân soğutmada izlenecek en basit teknik doğal havalandırma. Buna ilave olarak; <ul style="list-style-type: none"> • toprak formları, komşu yapılar ve bitkileri serin yaz rüzgârını binaya yönlendirecek şekilde konumlandırma ve türlerinin belirlenmesi, • binanın maksimum hava akımı yaratacak şekilde tasarımı yanında açık planlama, • iç mekândaki hava akımını artırmak için düşey hava bacaları, çatı boşluğu oluşturma, • serin yaz rüzgârını bina içine yönlendirecek kanat duvar, saçak, çatı penceresi kullanma

Kaynak: (Watson ve Labs, 1992:79-81)

2. Materyal ve Metot

Çalışmada kavramsal açımları yapılan biyoklimatik tasarım strateji ve konseptleri biyoklimatik tasarım matrisine dönüştürülmektedir (Şekil 1). Yirmi sembol ile tümleştirilen ilişkiler matrisin %100'ünü tanımlamaktadır (her sembol %5'lik bir sayısal değere sahiptir). Oluşturulan matris iklim bölgelerinin özelliklerine göre optimum iç mekan konfor koşulu sağlayacak ilişkiler kapsamında yeniden organize edilmektedir. Ayrıca enerji korunumlu mimari tasarımı yönlendiren yerleşme dokusuna ve bina tasarımına ilişkin yaklaşımlar her iklim bölgesi özelinde detaylı açıklanmaktadır.

TASARIM KONSEPTLERİ	KONTROL STRATEJİLERİ	EN AZ SICAK DEVRE (KIS) ISITMA				KIS/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		İlkelenlik yoluyla ısı akımını azaltmak	Diş hava akımını azaltmak	Güneş kazancını artırmak	Sızıntıyı azaltmak		Periyodik ısı akımını geçitirmek	Havalandırma'yı artırmak	Güneş kazancını azaltmak	İçme yoluyla serinliği artırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgar kırıcılar Bitkiler ve su		⊖		⊖					
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç-dış odalar Yerleşim yeri			⊖			⊖			
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım			⊖						
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma							⊖		

Şekil 1. Biyoklimatik tasarım matrisi

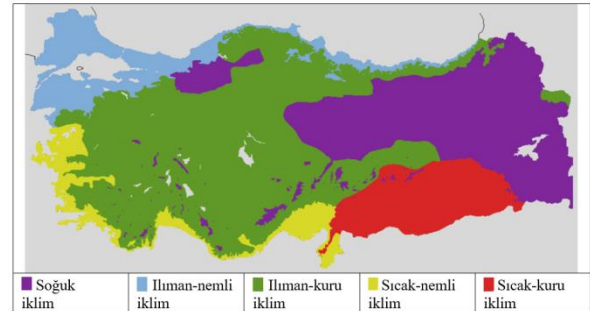
Kaynak: (Karaman, 1995:33; Kısa Ovalı, 2009:46)

2.1. İklim Bölgeleri Özelinde Biyoklimatik Tasarım Matrisi: Türkiye

Ülkemiz özelinde yapılı çevre/iklim ve geleneksel mimari/iklim ilişkisini ele alan çalışmalarda iklim bölgeleri; sıcak-nemli, sıcak-kuru, ılıman-nemli, ılıman-kuru ve soğuk olmak üzere sınıflanmaktadır. (Zeren,1978; Karaman, 1995; Gürsel, 1991; Orhon vd., 1988; Ayan, 1985; Akşit, 2005, Kısa Ovalı 2009).

Bina tasarımının yapılacağı yere özgü topografik ve yerel iklim verileri (rakım, topografya, ışıma, sıcaklık, nem, rüzgâr vb.) biyoklimatik tasarımların temel yönlendiricileridir. Bu verilerin tasarımcı

tarafından detaylı olarak elde edileceği kabulü ile çalışma içinde iklim bölgelerinin iklimsel özellikleri, coğrafi yapıları bölge geneli için kısaca tanımlanmakta ve iller iklim bölgelerine ayrılmaktadır. Ancak, biyoklimatik tasarımlarda il sınırlarından çok coğrafi eşiklerin dikkate alınması gerekmektedir. Çünkü Karadeniz kıyısında yer alan illerde, dağların denize bakan yerleşimlerinde iklimin ılıman- nemli karakter sergilediği, dağların ardında yer alan (içte kalan) yerleşimlerde ise iklimin ılıman-kuru veya soğuk karakter sergilediği dikkatten kaçmamalıdır. Benzer durum Muğla ve Antalya illerinin kıyı ilçeleri için de geçerli olup, kıyılarda sıcak-nemli iklim özellikleri görülürken, il merkezi veya içte kalan ilçelerde enlem, rakım, engebe ve yağış verileri bakımından ılıman-kuru veya soğuk bölge özellikleri görülebilmektedir. Örnekler çoğaltılabilir (Şekil 2), (Çizelge 6).



Şekil 2. Türkiye iklim bölgeleri haritası

Kaynak: (Koca, 2006:10)

2.1.1. Soğuk İklim Bölgesi

Soğuk iklim bölgesi yerleşimlerinde tasarlanacak binalarda; en az sıcak devrede güneşin ısıtıcı etkisinden maksimum faydalanacak, hâkim soğuk rüzgârdan korunacak ve bina içinde ısı korunumu sağlayacak konseptlerin öncelikli değerlendirilmesi gerekmektedir (Şekil 3). En sıcak devrede mevcut dış iklim koşulları bina içi ısı konforu sağlanmasına için yeterlidir. Bu bağlamda matris verilerinin %55'lik kısmı istenen konforu sağlamaktadır.

Çizelge 6: İklim bölgelerinin genel özellikleri, coğrafi yapı ve iller

	Genel İklim Özellikleri	Coğrafi Yapı ve Yeşil Doku	İller
SOĞUK İKLİM BÖLGESİ	Uzun ve şiddetli kışların görüldüğü bölgede yılın neredeyse yarısında sıcaklık 0 °C'nin altındadır. En düşük ortalama sıcaklık -20 °C civarındadır. Yağışlar yaz aylarında yağmur, kış aylarında kar niteliğindedir. Kar yağışları genellikle Ekim'de başlar ve Mayıs ayının ortalarına dek sürer. Buna karşılık yazlar kısa ve serin karakterdedir. Yağmur miktarı az ve bağıl nemlilik düşüktür. Zorlu iklim şartları rüzgâr etkisiyle sertleşir.	Doğu Anadolu bölgesi, İç Anadolu bölgesinin doğu kısmı ve Doğu Karadeniz bölgesinin güneyini kapsayan yerleşimlerin rakımları 700-2000 m. arasında değişmektedir. Genel olarak dağlık bölge içindedirler ve arazi yapıları engebeldir. Yeşil doku, yüksek rakımlı yerlerde çayırlardan, düşük rakımlı yerlerde ise bozkırlardan ve bunların çevresindeki yüksek kesimlerde kuru ormanlardan oluşmaktadır. Doğu Karadeniz bölgesinin yüksek kısımlarında iğne yapraklı nemli orman niteliği görülmektedir.	Ağrı, Ardahan, Bayburt, Bitlis, Bingöl, Bolu, Erzurum, Gümüşhane, Hakkâri, Kastamonu, Kars, Muş, Sivas, Tunceli, Van, Yozgat
ILIMAN-NEMLİ İKLİM BÖLGESİ	Yazları ılıman, kışları az soğuk karakterlidir. Şiddetli kışlar ve çok sıcak yazlar görülmez. Yaz ve kış aylarındaki sıcaklık farkının az olduğu, insan konforuna en yakın özellikler gösteren iklimdir. Ancak yükseklik ve deniz kenarında olma durumlarına göre yaz ve kış aylarında, az veya çok sıcaklık farkları oluşabilir. Yağışlar mevsimlere dağılmıştır ve genellikle Ocak, Şubat, Haziran aylarında görülmektedir. En sıcak aylar Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. İklimin en önemli özelliği yağış miktarının ve nemin yüksek oluşudur	Marmara bölgesi ile Doğu ve Batı Karadeniz bölgesinin kıyı kesimlerinde yer alan bu illerin rakımları 3-600 m arasında değişmektedir. Topografik yapı coğrafi bölgelere göre farklılaşmaktadır. Marmara bölgesinin geneli ova, Karadeniz Bölgesi'nin kıyı kesimleri ise yamaç karakterindedir. Yeşil doku, Trakya'nın batısında kuru, kuzeyinde nemli ormanlardan, Marmara Bölgesi'nin alçak kısımlarında Akdeniz kökenli bitkilerden, yüksek kısımlarında nemli ormanlardan, Karadeniz kıyılarında ise geniş yapraklı nemli ormanlardan oluşmaktadır	Amasya, Artvin, Balıkesir, Bartın, Bilecik, Bursa, Çanakkale, Düzce, Edirne, Giresun, İstanbul, Karabük, Kırklareli, Kocaeli, Ordu, Rize, Sakarya, Samsun, Sinop, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Yalova, Zonguldak
ILIMAN-KURU İKLİM BÖLGESİ	Bölgede gece ile gündüz arasındaki sıcaklık farkı çoktur ve soğuk iklim koşullarına yakın iklim özellikleri görülmektedir. Ortalama dış sıcaklık +30°C ile -5 °C arasındadır. Bu durum denizin yazın serinletici kışın ılımanlaştırıcı etkisini engelleyen dağların bulunmasına bağlıdır. Yaz geceleri serin karakterli olup, sıcaklık ortalaması 27-37 °C dir. Kış sıcaklık ortalaması 8-15 °C arasında değişmektedir.	İç Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi'nin doğu kısımları, Akdeniz Bölgesi'nin kuzey kısımları ve Karadeniz Bölgesi'nin güney kısımlarında yer alan bu illerin rakımları 700-1200 m. arasında değişmektedir. İç Anadolu Bölgesi genelde ova niteliğinde, yer yer engebeldir. Diğer bölgeler kısmen dağlık ve engebeli yapıdadır. Yeşil doku, İç Anadolu Bölgesi'nin alçaklarında bozkır, yükseklerinde kuru orman, Akdeniz Bölgesi'nin yüksekleri de iğne yapraklı çam ormanları, Karadeniz Bölgesi'nin yüksekleri nemli ormanlardan oluşmaktadır	Afyon, Aksaray, Ankara, Burdur, Çankırı, Çorum, Elazığ, Erzincan, Eskişehir, Iğdır, Isparta, Karaman, Kayseri, Kırıkkale, Kırşehir, Konya, Kütahya, Uşak, Malatya, Nevşehir, Niğde
SICAK-NEMLİ İKLİM BÖLGESİ	İklimin en önemli özelliği, yoğun yağış, yüksek nem oranı ve sıcaklıktır. Yaz ve kış aylarındaki sıcaklık farkı azdır. Kış ayları yağışlıdır. Hâkim rüzgâr veya dağ-ova, deniz-kara arasındaki hava akımları istenen özelliklerdedir	Akdeniz Bölgesi'nin kıyı kısımları ile Ege Bölgesi'nin kıyı kısımlarında yer alan bu illerin rakımları 2-150 m. arasında değişmektedir. Yerleşmeler genelde kıyı ovalarındadır. Bu yüzden denizden esen meltem en sıcak devre için serinletici etki sağlamaktadır. Özellikle Ege Bölgesi kıyılarında ve Akdeniz Bölgesi'nin batı kısımlarında dağların denize dik uzanması yamaç karakterinde veya falez türü arazi oluşumlarına neden olmuştur. Yeşil doku bölge genelinde kızıl çam ormanlarından ve makilerden oluşmaktadır	Adana, Antalya, Aydın, Denizli, Hatay, İzmir, Manisa, Mersin, Muğla, Osmaniye
SICAK-KURU İKLİM BÖLGESİ	Yazlar aşırı sıcak ve kuru karakterdedir. Bölgede yüksek sıcaklık ortalaması 40 °C civarındadır. Kışlar soğuktur. Yıllık ortalama sıcaklık 16.4 °C ve nispi nem % 53.6 civarındadır. Yaz-kış ışınlam oranı ve gece-gündüz sıcaklık farkı yüksektir. Yazları yağışın görülmediği bölgede bulutluluk oranı az, nem oranı düşüktür. Yılın bazı zamanlarında kuru ve şiddetli rüzgârlar etkilidir	Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan bu illerin rakımları 500-1000 m. arasında değişmektedir. Topografya genelde düz ve az engebeli karakter göstermektedir. Yeşil doku, düşük rakımlı düzlüklerde cılız bozkırlar ve kuraklığa dayanıklı çalılardan oluşmaktadır	Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kahramanmaraş, Kilis, Mardin, Siirt, Şırnak, Urfa

Kaynak: (Göksu, 1999:88-134; Şensoy vd., 2005; Orhon vd, 1988:22; Kısa Ovalı, 2009:.49-61)

KONTROL STRATEJİLERİ TASARIM KONSEPTLERİ		EN AZ SICAK DEVRE (KİŞ) ISITMA				KİŞ/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		İlekenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Diğer hava akışını azaltmak	Güneş kazancını artırmak	Sızmayı azaltmak	Periyodik ısı akışını geciktirmek	Havalandırma hızını artırmak	Güneş kazancını azaltmak	Isı yalıtımını artırmak	Buharlaştırma yoluyla serinliği artırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgâr kırıcılar Bitkiler ve su		●		●					
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç- dış odalar Yerleşimine göre	●	●	●	●					
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım	●		●	●					
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma									

Şekil 3. Soğuk iklim biyoklimatik tasarım matrisi

Yerleşme Dokusuna İlişkin Yaklaşımlar:

•Yerleşme dokusu en az sıcak devrede güneş ışınımını engellemeyecek ve rüzgârdan korunum sağlayacak şekilde yoğun ve kompakt olmalıdır.

•Güneş ışınımının ısıtıcı etkisinin en fazla, rüzgâr etkisinin en az olduğu güney veya güneydoğuya bakan yamaçların vadi tabanına yakın alt kısımları tercih edilmelidir (Zeren, 1978:17; Orhon vd.,1988:4).

•Cadde ve sokakların topografyaya uygun olarak tasarlanmasına dikkat edilmelidir.

•Bitki örtüsü soğuk rüzgârı engelleyecek ve güneş ışınımını yansıtacak şekilde olmalıdır. Binalardan uzakta iğne yapraklı ağaçlar, bina yakınlarında alçak gövdeli yaprak döken ağaçların kullanımı uygundur.

Bina Tasarımına İlişkin Yaklaşımlar:

•Sıra ev veya bitişik nizam yapılaşma ısı kayıplarını azaltacağından bölge için avantajlıdır. İki veya üstü, katlı binalar, güneşten maksimum düzeyde yararlanacak biçimde ve en düşük hacim/yüzey oranı sahip olacak şekilde tasarlanmalıdır.

•Yaşantının iç mekânda geçirileceği düşünüldüğünde, kompakt planlı, saydam yüzey oranı azaltılmış, küçük pencere binalar tasarlanmalıdır. Doğu-batı aksında yerleşmiş, 1:1,1 veya 1:1,3 oranındaki bina boyutları

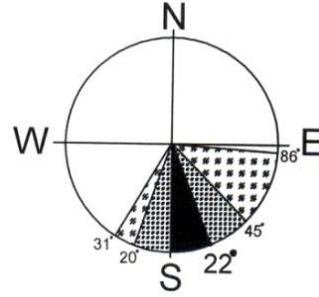
optimum konfor etkisi sağlamaktadır (Olgyay, 1963:155-156).

•Optimum güneş yönlenmesi güneyden 22° güneydoğuya bakan konumlardır, (Şekil 4).

•Çatıların eğimi kar tutmayacak şekilde dik olmalıdır.

•En sıcak ve en az sıcak devredeki aşırı ısı farklılıkları yapıda ısı bölgelemesi yapılmasını gerektirmektedir (kuzey yönünde tampon bölgeler rüzgârlık, depo vb. tasarlanmalıdır).

•Cephelerde koyu renk kullanımı ışınım soğurma yeteneği bakımından uygundur.



Şekil 4. Soğuk iklim bölgesinde optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Kaynak: (Orhon vd.,1988:4, Kısa Ovalı, 2009:51)

2.1.2. Ilıman-Nemli İklim Bölgesi

Ilıman-nemli iklim bölgesi yerleşimlerinde tasarlanacak binalarda; en sıcak devrede, yüksek nemin rahatsız edici ve güneşin ısıtma etkisini azaltacak, en az sıcak devrede rüzgârdan korunma ve güneşten ısıtma amaçlı yararlanmayı sağlayacak konseptler tasarıma aktarılmalıdır (Şekil 5). Rüzgâr, iklimin istenmeyen yoğun nem etkisini azaltıcı bir unsur olarak değerlendirilmelidir. Matris verilerinin %65'lik kısmı optimum konforu sağlamaktadır.

KONTROL STRATEJİLERİ	TASARIM KONSEPTLERİ	EN AZ SICAK DEVRE (KIS) ISITMA				KIŞ/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		Halkenlik yoluyla ısı akımını azaltmak	Diğer hava akımını azaltmak	Güneş kazancını artırmak	Sızıntıyı azaltmak	Periyodik ısı akımını geciktirmek	Havalandırma	Güneş kazancını azaltmak	Isı yalıtımını artırarak	Buharlaştırma yoluyla serinliği artırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgâr kırıcılar Bitkiler ve su		•		•					
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç-dış odalar Yerleşim			•				•		
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım	•		•	•				•	
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma						•		•	•

Şekil 5. Ilıman-nemli iklim biyoklimatik tasarım matrisi

Yerleşme Dokusuna İlişkin Yaklaşımlar:

- Yıl genelinde sıcak ve soğuk dağılımı dengeli olduğundan güneşten ve rüzgârdan korunmak ve yararlanmak gereklidir.
- Güneydoğuya bakan yamaçların serin rüzgâr alabilecek üst bölümleri tercih edilmelidir (Zeren, 1978:17; Orhon vd.,1988:4).
- Kent dokusu doğa ile bütünleşen serbest şekilde düzenlenmelidir. Yüksek binaların yönlenmesinde rüzgâr etkisi değerlendirilmelidir.
- Cadde ve sokaklar en az sıcak devrede soğuk rüzgârlardan korunacak, en sıcak devrede serin karakterli esintiyi alacak şekilde güneybatıya yönelmelidir.
- Yeşil doku en az sıcak devrede kuzey yönlerden gelecek soğuk rüzgârları engelleyecek, en sıcak devrede güney ve güneybatıdan esecek serin rüzgârları binaya yönlendirecek ve gölgeleme sağlayacak şekilde düzenlenmelidir.
- Bina yakın çevrelerinde yaprak döken yüksek gövdeli ağaç ve çimen kullanımı uygundur.

Bina Tasarımına İlişkin Yaklaşımlar:

•Ilıman-nemli iklim bölgelerinde iç ve dış mekân ilişkisi güçlü, doğa ile bina arasında yakın ilişkilerin kurulduğu serbest planlar öne çıkmaktadır.

•Binalar güney ve güneydoğuya açık, batıya kapalı olmalıdır. Yatak odaları doğuya, yarı açık dış mekânlar güney veya güneydoğuya yönelmelidir.

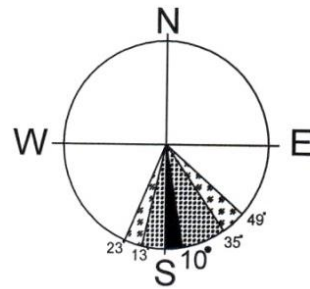
•Haçvari veya serbest formlar kullanılabilir. Doğu-batı doğrultusunda 1:1,6 oranında uzun binalar konfor koşulları açısından optimum etki sağlamaktadır (Olgay, 1963:161).

•Güneşin iç mekânlara ulaşımı için mekân derinlikleri fazla olmamalı, mekân organizasyonu doğal hava akımını desteklemeli ve nemin olumsuz etkisi azaltılmalıdır.

•Planlamada güney yönlü ısı kütlesi oluşumuna gerek yoktur (Yılmaz, 2007:308)

•Optimum güneş yönelmesi, güneyden 10° güneydoğuya bakan konumlardır, (Şekil 6).

•Orta koyuluktaki renkler optimum yutuculuk sağlayabilir.



Şekil 6. Ilıman-Nemli iklim bölgesinde optimum, iyi ve geçerli bina yönelmeleri

Kaynak: (Orhon vd.,1988:4,Kısa Ovalı, 2009:55)

2.1.3. Ilıman-Kuru İklim Bölgesi

Ilıman-kuru iklim bölgesi yerleşimlerinde tasarlanacak binalarda; en az sıcak devrede güneş ışınımının ısıtıcı etkisinin artırılması, soğuk rüzgâr etkisinin azaltılması, en sıcak devrede rüzgârın serinletici etkisinden yararlanılması gerekmektedir (Şekil 7).

Matris verilerinin %95'inin (buharlaştırma ile serinlik artışı dışında) tasarıma aktarılması önemlidir.

KONTROL STRATEJİLERİ TASARIM KONSEPTLERİ		EN AZ SICAK DEVRE (KİŞ) ISITMA				KİŞ/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		İletkenlik yoluyla ısı akışını azaltmak	Dış hava akımını azaltmak	Güneş kazancını arttırmak	Sızıntıyı azaltmak	Periyodik ısı akışını geciktirmek	Havalandırmayı arttırmak	Güneş kazancını azaltmak	Isı yalıtımını artırarak serinliği arttırmak	Buharlaştırma yoluyla serinliği arttırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgâr kırıcılar Bitkiler ve su		●		●					
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç-dış odalar Yerleşim alanına yerleşim		●	●	●	●	●			●
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım	●	●	●	●				●	
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma						●	●		

Şekil 7. Ilıman-kuru iklim biyoklimatik tasarım matrisi

Yerleşme Dokusuna İlişkin Yaklaşımlar:

•En az sıcak devrede hâkim rüzgâr etkisini azaltmak için binalardan uzakta yaprak dökmeyen karakterde yeşil doku kullanılmalıdır. Bina yakınlarında iğne yapraklı ve bodur ağaç toplulukları ile yaprak döken ağaçlar ve sarmaşıkların kullanımı uygundur.

•En sıcak devrede sıcaklık etkisini azaltmak için rüzgârdan yararlanmaya olanak sağlayacak şekilde kompakt dokular oluşturulmalıdır.

•En az sıcak devrede ısı kazanımını arttırmak için binalar güneşe yönlenmeli ve gerekirse binalara ek mekânlar (kış bahçesi, sera vb.) tasarlanmalıdır.

•Toprak katmanına uygun yalıtımlar yapılmak üzere yerleştirilebilir.

•Isı kayıplarını önlemek için zeminde, duvarda ve çatıda yalıtım yapılmalıdır.

Bina Tasarımına İlişkin Yaklaşımlar:

•En düşük hacim/yüzey oranını veren kompakt binalar, güneşten maksimum düzeyde yararlanacak biçimde tasarlanmalıdır.

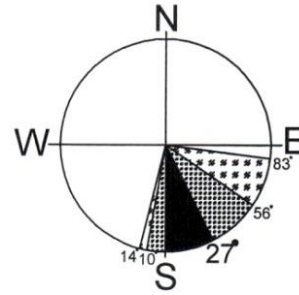
•Doğu-batı aksında, yamaçların rüzgârdan korunan alt kısımlarına yerleşmiş (Zeren, 1978:17), boyutları 1:1,1 veya 1:1,3 oranındaki binalar optimum etki sağlamaktadır (Olgyay, 1963:155).

•Optimum güneş yönlenmesi güneyden 27° güneydoğuya bakan konumlardır, (Şekil 8).

•Çatılar iyi yalıtılmış ve eğimli olmalıdır.

•En sıcak ve en az sıcak devredeki aşırı ısı farklılıkları nedeniyle yapıda ısı bölgelemesi yapılabilmesi için kuzey yönü tamponlayacak mekânlar tasarlanmalıdır.

•Bina dış yüzeyinin pürüzsüz dokuda olması ve gölge atmaması önemlidir. Orta koyuluktaki renkler optimum yutuculuk etkisi sağlayabilir.



Şekil 8. Ilıman-kuru iklim bölgesinde optimum, iyi ve geçerli bina yönelimleri

Kaynak: (Orhon vd. 1988:4,Kısa Ovalı, 2009:57)

2.1.4.Sıcak-Nemli İklim Bölgesi

Sıcak-nemli iklim bölgesi yerleşimlerinde tasarlanacak binalarda; en sıcak devrede ısı kazancını ve ışınımı azaltıcı, nem kaybını ve havalandırmayı artırıcı, en az sıcak devrede ısı korunumu sağlayacak yaklaşımlar dikkate alınmalıdır (Şekil 9). Matris verilerinin %60'lık kısmı optimum konforu sağlamaktadır.

KONTROL STRATEJİLERİ TASARIM KONSEPTLERİ		EN AZ SICAK DEVRE (KIŞ) ISITMA				KIŞ/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		İlkenlik yoluyla ısı akımını azaltmak	Dış hava akımını azaltmak	Güneş kazancını artırmak	Sızıntıyı azaltmak	Periyodik ısı akımını geçeltirmek	Havalandırmaı artırmak	Güneş kazancını azaltmak	Isı yalıtımıyla serinliği artırmak	Buharlaşma yoluyla serinliği artırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgar kırıcılar Bitkiler ve su		+		+					
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç-dış odalar Yerleşim yerleşimine			+				+		
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım	+			+					+
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma							+	+	+

Şekil 9. Sıcak-nemli iklim biyoklimatik tasarım matrisi

Yerleşme Dokusuna İlişkin Yaklaşımlar:

- Yerleşme dokusu ve binalar, hava akımından yaralanacak şekilde dağınık karakterde ve ayrıık olarak düzenlenmelidir.
- Yer seçiminde rüzgârın fazla olduğu tepeler tercih edilmelidir (Zeren, 1978:17).
- Tepelerin doğu veya batı yamaçları yerine az ışınım alan kuzey yön de uygun olmaktadır.
- Kısa ve gölgeli sokaklarda buharlaşmayı artırıcı elemanlardan kaçınılmalıdır.
- Yeşil doku serin hava akımının geçişini engellemeyecek uzun gövdeli ve geniş dallı olmalıdır. Hava akımının gölgeli çimenlik yüzeylerden geçerek yapıya ulaşması istenir.

Bina Tasarımına İlişkin Yaklaşımlar:

- Tek ve zeminden yükseltilmiş, hacimler arasında boşluklar oluşturulmuş binalar optimum konfor sağlamaktadır. Serbest düzende uzun ve yüksek binalar tercih edilmemelidir.
- Gölgeleme elemanları çatıda, doğu ve batı cephelerinde kullanılarak güneşin ısıtıcı etkisi azaltılmalıdır. Binanın batı yönünde en az, kuzey yönünde en fazla yüzey oluşumu yaratılmalıdır. Bina taban alanı artırılarak gece serinliği sağlanabilir.

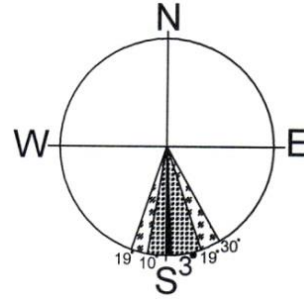
•En fazla ışınım etkisi doğu ve batı yönlerinde olacağından binalar bu yönlerde ince ve uzun olmalıdır. Doğü-batı aksında, tepelere konumlanmış (Zeren, 1978:17), boyutları 1:1,7 veya 1:1,3 oranındaki binalar konfor koşulları açısından optimum etki sağlamaktadır (Olgay, 1963:73-174).

•Optimum güneş yönlenmesi güneyden 3° güneydoğu veya kuzeye bakan konumlardır, (Şekil 5).

•Serbest plan oluşumunu destekler nitelikte, gölgelenmek koşuluyla koridor düzenlemeleri hava hareketini artırıcı etken olarak kullanılmalıdır.

•İç mekânlar gölgeli ve hava akımına açık olmalıdır. Mekân organizasyonunda yaşama mekânları doğu ve batıdan gelecek hava akımını alacak şekilde konumlanmalıdır.

•Cephelerde ısı yutuculuğu az, yansıtıcılığı yüksek açık renkler kullanılmalıdır.



Şekil 10. Sıcak-nemli iklim bölgesi için optimum, iyi ve geçerli bina yönlenmeleri

Kaynak: (Orhon vd., 1988:4, Kısa Ovalı, 2009:61)

2.1.5.Sıcak-Kuru İklim Bölgesi

Sıcak-kuru iklim bölgesi yerleşimlerinde tasarlanacak binalarda; en sıcak devre için nem oranını ve gölgelemeyi artıracak ve kuru karakterli hava hareketinden korunma sağlayacak (hava hareketi nemli ise yararlanılmalı), en az sıcak devrede ise güneş ışınımının ısıtıcı etkisini artırmayı sağlayacak strateji ve konseptlerin tümünün dikkate alınması

gereklidir (Şekil 11). Matris verilerinin %100'lük bütünde ele alınması söz konusudur.

KONTROL STRATEJİLERİ		EN AZ SICAK DEVRE (KIS) ISITMA				KIS/ YAZ	EN SICAK DEVRE (YAZ) SOĞUTMA			
		Isitemlik yolla en akışın azaltmak	Dış hava akımını azaltmak	Güneş kazancını artırmak	Sızıntıyı azaltmak		Periyodik su akışını geciktirmek	Havalandırmayı artırmak	Güneş kazancını azaltmak	Isı yolla serinliği artırmak
YERLEŞİM PLANLAMASI	Rüzgar kırıcılar Bitkiler ve su		●		●				●	●
BİNA KÜTLE VE MEKAN ORG.	İç-dış odalar Yerleşim yerleşim	●	●		●		●		●	●
BİNA KABUĞU	Güneş duvar ve pencereleri Isı örtüsü + yalıtım	●		●	●				●	●
BİNA AÇIKLIKLARI	Güneş kırıcılar Doğal havalandırma						●		●	

Şekil 11. Sıcak-kuru iklim biyoklimatik tasarım matrisi

Yerleşme Dokusuna İlişkin Yaklaşımlar:

- Isı kazancını azaltmak, nem oranını artırmak önemli bir ölçüttür. Nem gereksiniminden dolayı buharlaştırmaya dayalı yöntemler kullanılmalıdır.
- Kent dokusu ışımdan korunacak şekilde gölgeli ve yoğun olmalıdır. Binalar dış mekâna gölge vermelidir. Bina grupları arasında gölgeli yaya yolları oluşturulmalıdır.
- Yerleşme doğu ve güneydoğuya bakan yamaçların soğuk hava akımı etkisinde kalan vadi tabanlarına konumlanmalıdır (Zeren, 1978:17).
- Kentsel alanlar yarı ve tam gölge ile korunmalı, dış mekân düzenlemelerinde ışımdı yansıtma özelliği az olan çimen veya toprak kullanılmalıdır.
- Yeşil doku ışımdı etkisini azaltıcı bir unsur olarak, bina yakın çevresinde veya avlularda kullanılmalıdır.

Bina Tasarımına İlişkin Yaklaşımlar:

- Yoğun karakterde, avlulu ve mekânları avluya bakan binalar tercih edilmelidir. Doğu-batı doğrultusunda bitişik nizam, sıra evler veya ortak avluya sahip yapı grupları oluşturularak hacimsel etki artırılmalıdır.

•Avlu etrafında birbirine yakın düzenlenmiş bina gruplarında, buharlaşma ve ışımdı yoluyla (gece) soğutma yapılmalıdır.

•Uygun koşullar sağlandığında toprak altında bina çözümleri de uygulanabilir.

•Binaların batı ve güney cephelerindeki saydamlık oranı azaltılmalıdır.

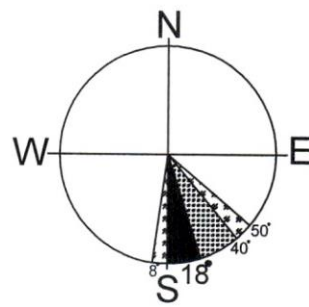
•Binalar güneş etkisinden en az etkilenecek şekilde avlulu, kompakt, yatayda yayılmış ve az katlı olmalıdır. Optimum bina boyutu 1:1,3 tür. (Olgyay, 1963:167-168).

•Optimum yönlenme güneyden 18° güneydoğudur, (Şekil 12)

•Sıcaklık etkisinin azaltılması için mekânların cepheleri dar, derinlikleri fazla olmalıdır.

•Bina kabuğu gerekli zaman geçikmesini sağlayacak, ısı kütlesi oluşumuna olanak sağlayacak malzeme ve kalınlıkta olmalıdır (Yılmaz, 2007:308).

•Cephe yüzeylerinde güneş ışımdından yararlanılacak yüzeylerde koyu, diğer yüzeylerde yutuculuğu az yansıtması yüksek olan açık renkler kullanılmalıdır.



Şekil 12. Sıcak-kuru iklim bölgesi için optimum, iyi ve geçerli bina yönelmeleri

Kaynak: (Orhon vd., 1988:4, Kısa Ovalı, 2009:64)

3. Bulgular ve Değerlendirme

Farklı iklim bölgelerinde tasarlanacak binalarda kimi zaman iklim ve topografyanın olumlu etkilerinden

yararlanmak, kimi zamanda olumsuz etkilerine karşı bina bileşenleri aracılığıyla önlemler almak gerekmektedir. Bu noktada özellikle ısıtma veya soğutma istenen ayların bilinmesi, güneş enerjisi gereksinimine optimum cevap verecek pasif strateji ve konseptin belirlenmesi yanında soğutma sağlayacak pasif havalanma ve gölgeleme konseptinin de belirlenmesi açısından önemlidir.

Şensoy vd. (2006)'ya göre ülkemizde en az ısıtma gereksinimi İskenderun'da, en fazla ısıtma gereksinimi Sarıkamış'ta gerçekleşmektedir. Temmuz ve Ağustos aylarında yalnızca Van ve Ardahan'da çok az miktarda ısıtma gereksinimi olmaktadır. Ülkemizde soğutma gereksinimleri ise Mayıs-Ekim ayları

arasında gerçekleşmektedir. En az soğutma gereksinimi Nevşehir ve Ağrı'da, en fazla soğutma gereksinimi ise Cizre'de gerçekleşmiştir. En fazla ve en az ısıtma ile en fazla ve en az soğutma istenen coğrafi bölgelerin aylık durumlarına bakıldığında; yıl genelinde en fazla ısıtma gereksinimi Doğu Anadolu ve Orta Doğu Anadolu bölgelerinde, en az ısıtma gereksinimi Ege, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde, en fazla soğutma gereksinimi Ege, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgelerinde olmaktadır. Ocak-Nisan ve Kasım-Aralık ayları arasında soğutma gereksinimi olmazken, Eylül ayında Marmara'nın batısı (Trakya) ve Batı Karadeniz için en az soğutma gereksinimi ölçülmüştür (Çizelge 7).

Çizelge 7: Coğrafi bölgeler için 12 aylık dönemin uzun yıllar ısıtma ve soğutma gün derecelerine göre değerlendirilmesi

Dönem Aylar	ISITMA		SOĞUTMA	
	En fazla ısıtma	En az ısıtma	En fazla soğutma	En az soğutma
Ocak	Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz	-	Gereksinim yok
Şubat	Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz	-	Gereksinim yok
Mart	Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz	-	Gereksinim yok
Nisan	Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	-	Gereksinim yok
Mayıs	Orta ve Doğu Anadolu Karadeniz	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu, Marmara	Urfa, Şırnak	-
Haziran	Sivas, Ardahan, Kars, Erzurum	-	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	-
Temmuz	Van, Ardahan biraz ısıtma	-	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	-
Ağustos	Van, Ardahan biraz ısıtma	-	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	-
Eylül	Sivas, Ardahan, Kars, Erzurum	-	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	Trakya, Batı Karadeniz
Ekim	Orta ve Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz, G.D. Anadolu	Mersin, Adana, Hatay, Şırnak	
Kasım	Orta ve Doğu Anadolu	Akdeniz	-	Gereksinim yok
Aralık	Orta ve Doğu Anadolu	Ege, Akdeniz	-	Gereksinim yok

Kaynak: (Şensoy vd., 2006)

4. Sonuçlar

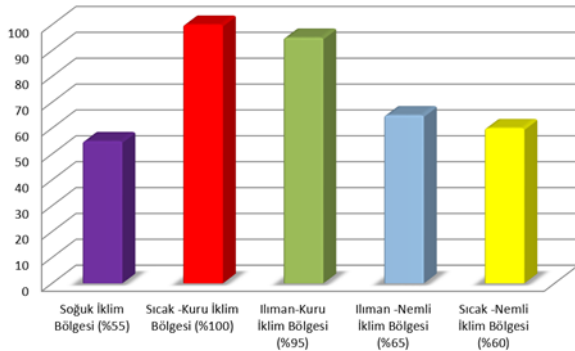
Kuram açılımına ilişkin literatür taraması ve iklim özelliklerine ilişkin veriler kapsamında; Türkiye genelinde ısıtma önceliği bulunduğu, ısıtma gereksiniminin daha çok soğuk, ılıman-kuru ve ılıman-nemli iklim bölgelerinde öncelik kazandığı,

soğutma gereksiniminin ise sıcak-nemli ve sıcak-kuru iklim bölgelerinde öne çıktığı belirlenmiştir.

Ülkemiz özelinde beş iklim bölgesi için oluşturulan biyoklimatik tasarım matrisi verilerine göre; sadece soğuk iklim bölgesinde en sıcak devre için soğutma stratejilerine gereksinim duyulmamaktadır. Soğuk

iklim bölgesi yerleşmelerinde yoğun ısıtma gereksinimi dolayısıyla matris verilerinin % 55'i (ısıtma stratejilerinin tümü) konforlu ve az enerji tüketen biyoklimatik bina inşası açısından yeterli olmaktadır. Sıcak-kuru ve ılıman-kuru iklim bölgelerinde ise matriste yer alan ısıtma ve soğutma stratejilerinin % 95-100 oranında değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür. Sıcak-nemli ve ılıman-nemli iklim bölgeleri için matris değerleri % 60-65 oranındadır (Şekil 13).

Bu sonuç iklimlerin kuruluşunun tasarımcıyı ve bina tasarımını zorlayan bir etmen olduğunu göstermektedir. İklimin nemlilik özelliği kazandığı ılıman-nemli ve sıcak-nemli bölgelerde ise “yerkabuğuna yerleşim” konseptinin öncelik oluşturmadığı, bu önceliğin ılıman-kuru ve sıcak-kuru bölgeler için geçerli olduğu saptanmıştır. Biyoklimatik tasarım matrisinde bina tasarımına ilişkin “Rüzgar kırıcılar”, “İç-dış Odalar”, “Güneş duvar/pencereleri” ve “Isı örtüsü/yalıtım” konseptlerinin tüm iklim bölgelerinde öncelikli değerlendirilmesi gerektiği görülmüştür.



Şekil 13. İklim bölgeleri kapsamında biyoklimatik tasarım matris değerlendirmesi

Türkiye iklim bölgeleri özelinde oluşturulan bu biyoklimatik tasarım matrisi enerjisini koruyan ve az enerji tüketen enerji-etkin ekolojik yapılaşmanın altlığı oluşturacak niteliktedir. Biyoklimatik bina tasarlama noktasında mimarlara yardımcı olmayı amaçlayan matriste; ısı kaynağı olarak öncelikle güneş

ve toprak, soğutma kaynağı olarak öncelikle rüzgar, toprak ve su değerlendirilmektedir. Konsept ve strateji ilişkileri optimum değerleri baz alan enerji korunumu ve ekonomiklik üzerine kurgulanmıştır. Elbette birincil derecede önerilmeyen stratejilerin de kullanımı söz konusu olabilir. Ancak bu noktada maliyetlerin artabileceği, enerji kayıp ve kazançlarının değişeceği tasarımcı tarafından ön görülmelidir.

Bildirim

Bu makale yazarın doktora tezinden üretilmiş olup, 2. Uluslararası Mühendislik Mimarlık ve Tasarım kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

Çıkar Çatışması Beyanı

Bilimsel çalışmam ile kişisel durumum arasında potansiyel veya mevcut bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar

AKŞİT, F. (2005). Türkiye'nin Farklı İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Bina ve Yerleşme Birimi Tasarımı. *Tasarım Dergisi*, 157,124-126.

Anonim, ASHRAE 55-74 Standartı

ARONİN, J.E. (1953). *Climate and Architecture*. Newyork: Reinhold Publishing.

AYAN, M. (1985). *Konut Alanları Tasarım İlkeleri.*, Batıkent Konut Üretim Kooperatifleri Birliği, Yayın No: 52, Araştırma: 6, Ankara: Özgün Matbaacılık

COLOMBO, R., LANDABASO, A. & SEVİLLA, A. (1994). *Passive Solar Architecture for Mediterranean Area Design Handbook*, Joint Research Centre: Commission of the European Communities.

EGAN, M.D. (1975). *Concepts in Thermal Comfort*, New Jersey: Prentice-Hall.

- GALLO, C., SALA, M. & SAYIĞH, A.M.M.M. (1998). *Architecture: Comfort and Energy*,., United Kingdom: Elsevier Science Ltd.
- GÍVONİ, B. (1998). *Climate Considerations in Building And Urban Design*, New York: John Wiley and Sons Inc.
- GÖKSAL, T. & ÜLGEN, K.. (2000). *Güneş ve Mimari Bağlamında Enerji Korunumlu Cephe Kuruluşlarında Isıl Davranışların Deneysel Araştırılması*, Anadolu Üniversitesi Araştırma Projesi No: 980 207
- GÖKSU, Ç. (1999). *Güneş Kent*. Ankara: Göksu Yayınları
- GÜRSEL, T. (1991). *İklimin Konut Tasarımına Etkileri*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- HYDE, R. (2000). *Climate Responsive Design: A Study of Buildings in Moderate and Hot Climates*. London: Spon Press.
- JONES, D. L. (1998). *Architecture and The Environment-Bioclimate Building Design*. London: Laurence King Publishing.
- KARAMAN, A. (1995). *Urban Design Aspects of Turkish Towns*, University of Maryland, School of Architecture, Studio Lectures
- Design Precepts, *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 216 (2016), 810 – 817
- KISA OVALI, P. (2009). *Türkiye İklim Bölgeleri Bağlamında Ekolojik Tasarım Ölçütleri Sistematiğinin Oluşturulması-Kayaköy Yerleşmesinde Örneklenmesi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi) Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Edirne
- KOCA, Ö. (2006). *Sıcak-Kuru ve Sıcak-Nemli İklim Bölgelerinde Enerji Etkin Yerleşme ve Bina Tasarım İlkelerinin Belirlenmesine Yönelik Yaklaşım*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- KOENİGSBERGER, O.H., INGERSOL, T.G., MAYHEW, A. & SZOKOLAY, S.V. (1975). *Manual of Tropical Housing and Building: Climatic Design*, Orient: Blackswan Private Limited
- KONYA, A. (1980). *Design Primer for Hot Climates*. London: Architectural Press.
- OLGYAY, V. (1963). *Design With Climate-Bioclimate Approach To Architectural Regionalism*, , New Jersey: Princeton University Press.
- ORHON, İ., KÜÇÜKDOĞU, M. Ş. & OK, V. (1988). *Doğal İklimlendirme, Toplu Konut İşletmesi Proje Planlama Tasarım El Kitabı*, Ankara: TUBİTAK Yayın No: U.9
- RADOVIĆ, D. (1994). *Climate-Responsive Design and Lessons from Traditional Architecture and Urbanism*”, 11th. Conference Architecture of Extremes
- ŞENSOY, S., DEMİRCAN, M., ULUPINAR Y. & BALTA, İ. (2005). *Türkiye İklimi*, Temmuz 2017 tarihinde https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/turkiye_iklimi.pdf adresinden alındı.
- ŞENSOY, Y. D., SAĞIR, R., EKEN, M. & ULUPINAR, Y. (2006). *Türkiye Uzun Yıllar Isıtma ve Soğutma Gün Dereceleri*, Ocak 2009 tarihinde www.meteor.gov.tr/2006/iklim/files/isitma_sogutma adresinden alındı

- TUNDREA, H. & BUDESCU, M. (2013). *Bioclimatic Architecture, A Sensible and Logical Approach Towards The Future of Building Development*, Buletinul Instiyıyluı Politehnic Dın Iaşı, Tomul LIX (LXIII), Fasc.6.
- YILMAZ, Z. (2007). *Evaluation of Energy Efficient Design Strategies for Different Climatic Zones: Comparasion of Thermal Performance of Buildings in Temperate-Humid and Hot-Dry Climate*, Journal of Energy and Buildings, 39(3), 306-316
- ZEREN, L. (1978). "Mimarlıkta Yapma Çevre Tasarımı ve Güneş Enerjisi", *Güneş Enerjisi ve Çevre Dizaynı Ulusal Sempozyumu*, İstanbul.
- WATSON, D. & LABS, K. (1992). *Climatic Design: Energy-Efficient Building Principles and Practices*, , New York: McGraw-Hill Book Company.
- WIDERA, B. (2015). *Bioclimatic Architecture, Journal of Civil Engineering and Architecture Research*, 2(4), 567-578.

İSTANBUL İLİNDE SATIŞA SUNULAN DOMATES SALÇALARINDA SORBİK ASİT VE BENZOİK ASİT VARLIĞI

Fatma Çoşkun^{1*} ve Yosun Çotra²

¹Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ / Türkiye

²Atatürk Kültür Merkezi, Cumhuriyet Mahallesi, 19 Mayıs Caddesi, No:160, Uzunköprü, Edirne / Türkiye

Makale Künye Bilgisi:

Çoşkun, F. & Çotra, Y. (2019). İstanbul İlinde Satışa Sunulan Domates Salçalarında Sorbik Asit ve Benzoik Asit Varlığı, *Trakya Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(2), 67-78

Öne Çıkanlar

- Teneke ve cam ambalajlardaki salçalarda koruyucu kullanılmamalıdır.
- Üreticiler kaliteli hammadde ve koruyucu kullanımı konusunda hassas davranmalıdır.
- Salça üretiminde denetimler artırılmalıdır.

Makale Bilgileri	Öz
Makale Tarihiçesi: Geliş: 4 Temmuz 2019 Kabul: 20 Eylül 2019	Bu çalışmada İstanbul'da marketlerden ve halk pazarlarından satın alınan 30 adet domates salçası örneği, benzoik asit ve sorbik asit bakımından HPLC yardımıyla analiz edilmiştir. Türk Gıda Kodeksinde yer alan Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde plastik ambalajdaki domates salçalarında en fazla 1000 mg/kg sorbik kullanımına izin verilmektedir. Cam ve teneke ambalajdaki domates salçalarında ise sorbik asit kullanımına izin verilmemektedir. 8 örneğin sorbik asit miktarları 667.66-4.8 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Bunların 5 tanesi plastik ambalajda olduklarından dolayı yönetmeliğe uygundur. Bunların 3'ü ise teneke ambalajda olduklarından yönetmeliğe uygun değildir. 10 adet örnekte benzoik asit miktarı 1059.98-0,4 mg/kg arasında bulunmuştur. Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde benzoik asit kullanımına izin verilmediğinden bu örnekler yönetmeliğe uygun değildir. Katkı maddesi kullanımı, kaliteli domates kullanılarak, domatesleri çok iyi yıkayarak, işlem hattını çok iyi dezenfekte ederek tüm işlem aşamalarında kirlenmeyi önleyerek azaltılabilir.
Anahtar Kelimeler: Domates salçası Gıda koruyucuları Sorbik asit Benzoik asit HPLC	

THE PRESENCE OF SORBIC ACID AND BENZOIC ACID IN TOMATO PASTE OFFERED FOR SALE IN ISTANBUL PROVINCE

Article Info	Abstract
Article History: Received: July 4, 2019 Accepted: September 20, 2019	In this study, 30 tomato paste samples purchased from markets and public markets in Istanbul were analyzed by HPLC in terms of benzoic acid and sorbic acid. In the Food Additives Regulation of the Turkish Food Codex, it is allowed to use sorbic acid at a maximum of 1000 mg / kg in tomato paste in plastic packaging. Sorbic acid is not permitted for tomato paste in glass and tin packaging. The sorbic acid levels of 8 samples were determined as 667.66-4.8 mg/kg. Five of them are in plastic packaging and therefore comply with the regulations. 3 of them are not in accordance with the regulations because they are in tin packaging. In 10 samples, the amount of benzoic acid was found to be between 1059.98 and 0.4 mg/kg. Since the use of benzoic acid is not permitted in the Food Additives Regulation, these samples are not in accordance with the regulation. The use of additives can be reduced by using high-quality tomatoes, washing tomatoes very well, disinfecting the process line very well and preventing contamination in all process stages.
Keywords: Tomato paste Food preservatives Sorbic acid Benzoic acid HPLC	

1. Giriş

Türk Gıda Kodeksi Salça ve Püre tebliğine göre domates salçası üretmek için; sağlam, olgun, taze ve kırmızı renkli domates parçalanır. Ardından kabuk, çekirdek ve lifleri ayrılır. Elde edilen pulp, ilave tuz hariç en az %28 brikse kadar koyulaştırılır ve fiziksel yollarla dayanıklı hale getirilir (Türk Gıda Kodeksi [TGK], 2014). %28-32 kuru maddeli salçalar daha çok ülke içi tüketim amacıyla üretilmektedir. Kuru maddesi %28-30 olanlara “çift konsantre”, %36-40 olanlar “üçlü konsantre” denilir. Salçaya en az 90 ve tercihen 93°C’de (Cemeroğlu, 2009) 5-10 dakika süresince pastörizasyon işlemi uygulanır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2011). Salça üreten işletmeler genellikle modern ve ileri düzeydeki tesislerden oluşmaktadır. Fakat imalathane seviyesinde olan işletmeler de bulunmaktadır. Türkiye’de üretilen domatesin yaklaşık %20-30’u gıda sanayinde, bunun %80’i salça imalatında kullanılmaktadır (Keskin, 2010). 2005, 2015, 2016 ve 2017 yıllarında 26, 49, 44, 46 girişimci tarafından sırasıyla 247594,972; 523154,300; 418240,262 ve 445546,462 ton salça üretimi gerçekleştirilmiştir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2017). Dünyada en fazla salça üreten ülkeler sırasıyla ABD, Çin İspanya, İtalya, Türkiye, Şili, Portekiz, Yunanistan ve Brezilya’dır (Gözener ve Sayılı, 2014).

Salça sanayinde mikrobiyolojik bozulmaların önemi büyüktür. Gerek ihracatta gerekse iç tüketimde kalite kriteri olması nedeniyle mikrobiyolojik çalışmalar küf ve küf kontaminasyonları üzerine yoğunlaşmıştır (Uylaşer ve Başoğlu, 1997). Domates veya domates sosunda küf kontaminasyonunun ana kaynağı topraktır (Asan ve Ekmekçi, 2002; Kalyoncu, Tamer & Oskay, 2005). Hasat mevsimi domates ve salçadaki küflerin yoğunluğunda önemli rol oynamaktadır. Domateslerin %70’i kırmızı olmuşsa, hasat edilmesi gerekir. Ancak, üreticiler daha fazla kırmızı domates istedikleri için birkaç gün daha beklerler ve bu da küf kontaminasyonuna neden olur. Ayrıca, uygun olmayan

hava koşulları gibi bir nedenden dolayı toplanamaması durumunda küf kirlenme oranı artar (Kalyoncu vd., 2005). Hasat ve taşıma evrelerinde meydana gelen biyolojik ve fiziksel hasarlar ile domates salçası üretimi sırasındaki hijyen koşullarının yetersizliği saprofit ve patojenik küf üretimini teşvik ederek doğrudan domates salçası kalitesini etkilemektedir (Aran, Alperden & Topal, 1987). Ayrıca, başlangıçta yüksek kirlilik seviyeleri sterilizasyon aşamasında istenen başarıya ulaşmayı zorlaştırmaktadır (European Commission Report of the Scientific Committee on Food, 2002). Domates veya biber salçasının pH’sı (3.5–4.7) ve düşük su aktivitesi, koruyucu madde eklenmeden mikroorganizmaların büyümesini önleyebilir (Pawsey, 2002). Bununla birlikte, üreticiler, bozulmuş hammadde, yetersiz pastörizasyon veya yetersiz hijyenik ambalajlama gibi uygun olmayan işlemlerin sonucunu örtmek için koruyucuları yasa dışı olarak kullanabilirler (Çakır ve Mehmetoğlu, 2013). Mikrobiyolojik bozulmalarda küflerden başka, bakteri ve mayaların da önemi büyüktür (Uylaşer ve Başoğlu, 1997).

Kalyoncu vd. (2005) Manisa’da marketlerden 30 adet ev yapımı domates salçası toplamış, küf sayısını en az 2.2×10^2 ve en fazla 13×10^2 cfu/g olarak tespit etmişlerdir. Domates salçası örneklerinden izole ettikleri küfler arasında mikotoksin üretebilecek olanlar da bulunmaktadır. Bunlar *Alternaria alternata* (tenuazonik asit), *Penicillium ochraceum* (okratoksin), *Aspergillus flavus* (aflatoksin, sterigmatotistin ve türevleri), *Fusarium oxiporum* (zearaleon, trikotesenler). Domatesten izole ettikleri küfler salçadan izole ettiklerinden fazladır. Isıl işlemlerle birlikte küf sayısında azalma olmuştur. Jacobowska ve Kosewska (1964) 1 gr domates salçasında 240 adet sporlu bakteri tespit etmişlerdir. Araştırmacıların izole ettikleri 180 adet *Bacillus* cinsi bakterinin %54’ü *Bacillus subtilis*, %22’si *Bacillus licheniformis*, geri kalanı ise *Bacillus pumilis*, *Bacillus circulans*, *Bacillus cereus* var *mycodies*, *Bacillus megaterium* ve

sakkarolitik *Clostridium* 'lardır. Mazokhia, Nikolaeva, Razvozhevskaya, Ustinova, ve Borodocheva (1978) aseptik olarak muhafaza edilen domates salçalarından 31 bakteri, 2 maya ve 2 küf izole etmişlerdir. Bakteriler *Clostridium bifermentans*, *Clostridium butyricum*, *Bacillus coagulans*, *Bacillus macerans* ve *Bacillus polymyxa*'dır. Mayalar ise *Torulopsis* cinsine aittir. Başoğlu ve Köşker (1980) domates ve biber salçalarında izole ettikleri 15 adet bakteri suşunun 2'sinin *Bacillus licheniformis*, 3'ünün *Bacillus cereus*, 6'sının *Lactobacillus brevis*, 4'ünün ise *Lactobacillus plantarum* olduğunu tespit etmişlerdir. Uylaşer ve Başoğlu (1997) salça üretiminin tüm aşamalarını kapsayacak şekilde aldıkları örneklerde *Bacillus*, *Listeria*, *Lactobacillus*, *Kurthiai Corynebacterium*, ve *Streptococcus* cinsi bakterileri, *Candida*, *Aureobasidium*, *Hansenula*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, *Koleckera*, *Trichosporon*, *Torulopsis* cinsi mayaları tespit etmişlerdir. Son üründe yani salçada ise sadece *Bacillus* cinsine ait bakteriler tespit edilmiş, maya ise tespit edilmemiştir. Efiuwewwere ve Atirike (1998) Nijerya'da yaptıkları çalışmada domates salçalarında *Bacillus*, *Clostridium*, *Lactobacillus* ve *Leuconostoc* cinsi bakteriler tespit etmişlerdir. *Clostridium thermosaccharolyticum* kusurlu teneke kutulardaki numunelerde kayda değer derecede yüksek iken, normal kutulardaki numunelerde *Lactobacillus* cinsleri daha yüksektir. İzole edilen küflerden *Absidia* ve *Aspergillus fumigatus*, kusurlu kutularda daha yüksek bir yüzde göstermiştir. Kotzekidou (1997) teneke kutulardaki salçalardan *Byssochlamys nivea*, *Byssochlamys fulva* ve *Neosartorya fischeri* izole etmiş, bunların 85°C'de canlılıklarını koruduklarını, 90°C'de bazı türlerin canlı kalabildiklerini tespit etmiştir.

Domates salçasının cam veya teneke ambalaj içindeki aseptik doldurma aşaması ısı ile işlemle yapıldığından, çoğu mikroorganizma inhibe edilir. Koruyucu kullanmaya gerek yoktur (Alpözen, 2007). Bu yöntem hermetik kapama olarak bilinmekte olup uygulama

sıcaklığı 90-95°C derece olduğundan plastik ambalajlarda uygulanamamaktadır. Hermetik kapamayla ambalajlanan salçalara bazen az miktarda tuz katılabilmektedir. Fakat bazen kapalı sistemi yeterli olmayan fabrikalarda, bazen de üreticilerin tercihlerinden dolayı hermetik kapama sistemi kullanılmamakta, daha ekonomik olan plastik kaplar kullanılmaktadır. Bu durumda da üründe küflenmeyi önlemek amacıyla yüksek oranda tuz ve koruyucular kullanılabilmektedir (Eroğlu, 2017). Teneke veya cam ambalajda ambalajlanan domates salçalarında sorbik asit kullanımına izin verilmez. Sadece plastik ambalajdaki salçalarda Türk Gıda Kodeksinde yer alan "Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği" ne göre, en fazla 1000 mg/kg sorbik asit kullanımına izin verilmiştir (TGK, 2013). Salçalarda sorbik asitin kullanılmasının başlıca nedenleri: Geniş bir pH aralığında mikroorganizma gelişimini önlemede etkin olması, gıdanın rengini, lezzetini etkilememesi, kalıntısının bile antimikrobiyal özellik göstermesi, küf mantarları ve mayalara karşı son derece etkili olması, vücutta benzer sayıda C atomu içeren yağ asitleri gibi sindirilebilmesi ve tamamen karbondioksit ve suya parçalanmasıdır (Alpözen, 2007). Sorbik asit ve özellikle bunun tuzları, iyi çözünürlük ve stabilite özellikleri nedeniyle gıdada yaygın olarak kullanılmaktadır (Altuğ, 2009). Katkı maddeleri eklemenin ürün için en büyük avantajı mikrobiyal aktivitenin azalması ve ambalajı açıldıktan sonra ürünün uzun süre stabilitesini koruyabilmesidir (Arslan, 2011). Sorbik asit ve tuzlarının konsantrasyonu %0.1'den fazla olduğunda istenmeyen tat oluşabilir (Çakır, 2011). Benzoik asidin bir tuzu olan sodyum benzoat, genelde en çok maya ve bakterilere karşı aktiftir. Buna karşı küfler karşısında daha az aktiflik gösterir. Benzoik aside oranla, sodyum benzoatın 180 kez fazla sudaki çözünürlüğü pek çok gıda ürünlerinde tercih nedeni olmaktadır (Koyuncu, 2006). Benzoatların kokusuz ve renksiz olması bir avantajdır (Yıldız, 2010). Düşük maliyetinden dolayı

sodyum benzoat kullanımı avantajlıdır. Fakat etkinliği gösterdiği pH aralığının dar olması, bazı gıdalarda ve özellikle meyve sularında istenmeyen tat oluşumuna kaynaklık etmesinden dolayı az miktardaki potasyum sorbatla birlikte kullanılması daha uygun olabilir (Ova, 2001).

Domates ve ürünlerinde tek koruyucunun kullanıldığı, ya da birkaç koruyucunun birlikte kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Bangladeş'te yapılan bir çalışmada 350'şer mg/kg sodyum meta bisülfid, sodyum benzoat ve sorbik asit ilavesi yapılmış domates suları 75°C'de 2-3 dak pastörize edilmiş ve oda sıcaklığında depolanmıştır. 60 gün depolama süresince domates sularının raf ömrü ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Sodyum meta bisülfid ilaveli örnek 45 gün sonunda, sorbik asit ilaveli örnek 30 gün sonunda, sodyum benzoat ilaveli örnek 60 gün sonunda bozulmuştur (Hossain ve Fakruffin Islam, 2011). Safdar, Mumtaz, Amjad, Siddiqui ve Hameed, (2010), taze domatesleri 90°C'de 5 dak haşlamışlar, elekten geçirdikten sonra vakum altında 85°C'de 34 dak süresince 26 brix'e gelene kadar konsantre etmişlerdir. %0.1 sodyum benzoat ilave etmişlerdir. Salçaları önceden sterilize edilmiş cam şişelere doldurup 10 dak kaynayan suda bekletmişler ve sonra hemen soğutmuşlardır. 25, 6 ve -10°C'de 240 gün süresince depolanmışlardır. 6 ve -10°C'lerde 240 gün depolanan salçalarda minimum değişiklikler gözlenirken 25°C'de depolana salçalarda organoleptik olarak kabul edilemez değişiklikler gözlenmiştir.

Gıda Katkıları Uzman Komitesi JECFA tarafından benzoik asit ve benzoatların kabul edilebilir günlük alım miktarları 0-5 mg/kg vücut ağırlığı/gün'dür (Güzel, 2013). Sorbik asidin ise 0-25 mg/kg olarak belirlenmiştir (Yentür, Gürel, Orman & Bayhan, 1995). Astım, deri döküntüleri, migren (Çakır, 2011) ürtiker, immünolojik olmayan temaslı ürtiker ve astım gibi insanlarda benzoatlara alerjik reaksiyonlar da bildirilmiştir (Juhlin, Michaelsson & Zeterstrom 1972;

Michaelsson ve Juhlin, 1973; Lahti, Vaananen, Kokkonen & Hannuksela, 1987; Rademaker ve Forsyth, 1989). Metabolik asidoz, konvülsiyonlar ve hiperpne gibi yan etkiler deney hayvanları ve çok yüksek dozlarda benzoik asit verilen insanlarda gözlenmiştir (Dünya Sağlık Örgütü [WHO], 1997). Benzoik asit ve tuzları sorbik aside oranla daha fazla toksik etkisi gösterir (Yentür vd., 1995).

Bu çalışma ile İstanbul ilinde satışa sunulan domates salçalarının üretiminde sorbik asit ve benzoik asidin kullanılıp kullanılmadığının saptanması, eğer kullanılmışsa bu maddelerin yürürlükte olan Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri yönetmeliğinde öngörülen limitler içerisinde olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

2.1. Materyal

Bu çalışmada İstanbul ilinde bulunan marketlerden ve halk pazarlarında satışa sunulan değişik firmalara ait 30 adet domates salçası örneği materyal olarak kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

Bu çalışmaya konu olan benzoik asit ve sorbik asidin kantitatif tayininde HPLC cihazı kullanılmıştır (Nordic Committee on Food Analysis, 1997). Ekstraksiyon (örnek hazırlama) için Metod No: 124 kullanılmıştır. Analizler Shimadzu Prominence Modular LC20A model HPLC cihazı ve yine aynı model diode-array dedektörde (Prominence Modular LC20A) gerçekleştirilmiştir. Dalga boyu tespiti için sorbik asit ve benzoik aside ait dalga boyu tespit edilerek, spectrum olarak 235 nm seçilmiştir. Kolon fırın (İntersil ODS 3) sıcaklığı 25°C' ye ayarlanmış ve otomatik enjeksiyon (autosampler) (Prominence Modular LC20A) sistemi kullanılmıştır.

2.2.1. HPLC Analiz Koşulları

Benzoik asit ve sorbik asidin kromatografik ayrımı için C18 kolon (İntersil ODS3), 250 mm uzunluğunda, 4,6 mm dış çapında, 5 µm partiküllü silika içeren) kullanılmıştır. Mobil faz olarak asetat tampon* (pH=4.74) ve metanol karışımı (70/30) kullanılmıştır. Kromatografik ayırım boyunca mobil faz akış hızı 0.6 ml/dk olarak çalışılmıştır. Örneklerin enjeksiyon hacmi 20 µl olarak gerçekleştirilmiştir. Benzoik asit ve sorbik asit için 235 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır.

*Asetat Buffer 0.1 M pH 4.74: 5.7 ml asetik asit bir miktar saf su üzerine eklenmiş, hacim ultra saf su ile 900 ml'ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu çözeltinin pH'sı 5 M NaOH kullanılarak 4.74'e ayarlanmıştır ve çözelti hacmi 1 litreye tamamlanmıştır.

2.2.2. Örneklerin Ekstraksiyonu

Salça örneklerinden 2.5 gr alınarak numunelerin üzerine daha önce hazırlanmış olan metanol/su (30/70) karışımından 15 ml ilave edilmiş ve yaklaşık 15-30 saniye vortex (Heidolph-Wisemix Vm-10) yardımıyla vortekslenen karışımlar hacim sabitlenince 50 ml ye tamamlanmıştır. Numunelerin 20-30 ml'si kaba filtre kağıdından süzölmüş ve süzölen ilk 10 mL atılmış (olası safsızlıkları bertaraf etmek için) ve kalan kısım daha sonra 0.45 mikrometrelik membran filtreden geçirilmiş ve cihaza enjekte edilmiştir.

2.2.3. Diode-Array Dedektör ile Kantitasyon

Benzoik asit ve sorbik asidin varlığı diode array dedektör (Shimadzu) ile tayin edilmiştir. Bu amaçla her iki standarttan 100'er mg alınarak, metanol/su (30/70) karışımında çözülerek standart stok çözelti (1000 mg/l) hazırlanmıştır. Stok çözeltiden seyreltme usulüyle 1, 5, 10, 25, 50, 100 mg/l'lik standart kalibrasyon çözeltileri hazırlanmıştır. Kantitasyon için öncelikle standartlar 20 µl hacimde enjekte edilerek standartların kolondan çıkış zamanları (RT) tespit edilmiştir. UV spektrumları kaydedildikten sonra örneklerin enjeksiyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu bileşenlerin geliş zamanları ve spektrumları standartlar ile karşılaştırılmıştır. Pik

saflikları mevcut spektrumları ile kontrol edilmiş, böylelikle benzoik asit ve sorbik asidin identifikasyonu gerek spektrumları gerekse geliş zamanları ile teyit edilmiştir.

2.2.4. Sonuçların İfade Edilmesi

Cihaz kalibrasyon eğrisine göre örneklerin içindeki konsantrasyonlarını tespit edip sonuç vermiştir.

Seyreltme faktörü (SF) de dikkate alınarak hesaplama aşağıdaki eşitliğe göre yapılmıştır:

Örnekteki konsantrasyon miktarı= Cihazda okunan örnekteki konsantrasyon miktarı X SF

(SF): 20 (2.5 gr numune 50 ml seyreltildiği için)

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Farklı firmalara ait domates salçalarında tespit edilen benzoik ve sorbik asit miktarları ile Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri yönetmeliğinde izin verilen miktarlar arasındaki farkı belirlemek için SPSS 20 (SPSS Inc. Chicago, IL, ABD) istatistik programı kullanılmış, sonuçlara İndependent Sample t testi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi istatistiksel olarak $P < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Bu araştırmada İstanbul ilinde market ve halk pazarlarında satılan, yüksek üretim kapasitesine sahip tesislerde ve düşük kapasitede üretim yapan yerel imalathanelerde üretilmiş 30 adet salça örneğinde sorbik asit ve benzoik asit varlığı araştırılmıştır.

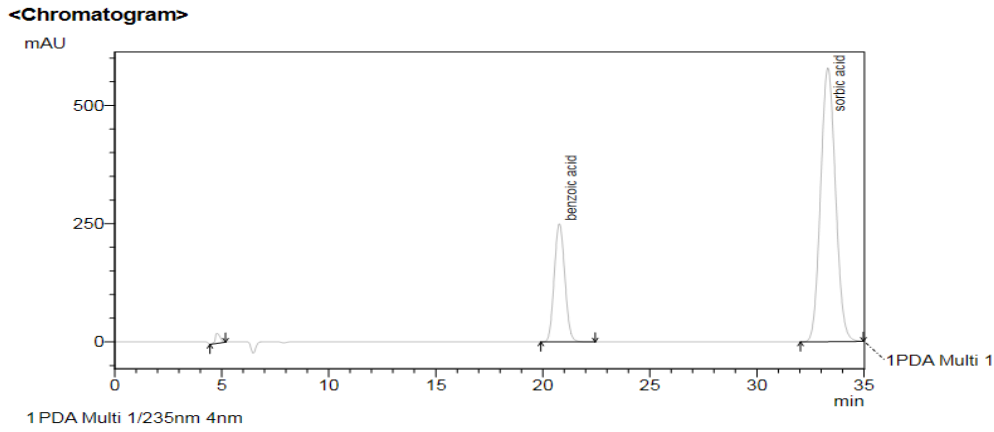
3.1. Diode-Array Dedektör ile Kantitasyon Sonuçları

Kantitasyon için standartlar 20 µl hacimde enjekte edilen standartların kolondan çıkış zamanları benzoik asit için 20.836. dakika, sorbik asit için de 33.417 dakika olarak bulunmuştur (Şekil 1). 1, 5, 10, 25, 50, 100 mg l⁻¹'lik standart kalibrasyon çözeltileri ile Eksternal Standart metot kullanılarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir.

Buna göre benzoik asit ve sorbik aside ait R^2 değerleri sırasıyla 0, 0.9998 ve 0.9999 olarak bulunmuştur. Benzoik asit ve sorbik aside ait dedeksiyon limiti 0.2 mg/kg bulunurken kantitasyon limiti 1 mg/kg olarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Geri kazanım değerini tespit etmek için sorbik asit ve benzoik aside ait 20 mg/l'lik konsantrasyona sahip örneklerde çalışılmıştır. Her iki koruyucuya ait geri kazanım değerleri %100.96-100.08 arasında saptanmıştır (Çizelge 2).

3.2. Sorbik Asit ve Benzoik Asit Metodunun Tekrarlanabilirliği

Kullanılan yöntemin tekrarlanabilirliğini belirlemek amacıyla aynı gün içerisinde çok kısa aralıklarla sorbik asit ve benzoik aside ait 50 mg/l miktarındaki örneklerde ölçüm yapılmıştır (Çizelge 3).



Şekil 1. Benzoik asit (20.836 dak) ve sorbik asit (33.417 dak) kromotogramı “enjeksiyon hacmi: 20 µl”

Çizelge 1: Benzoik asit ve sorbik aside ait LOD ve LOQ değerleri

Koruyucular	Dedeksiyon Limiti (LOD), mg/kg	Kantitasyon Limiti (LOQ), mg/kg
Benzoik Asit	0.2	1
Sorbik Asit	0.2	1

Çizelge 2: Sorbik asit ve benzoik asit konsantrasyonlarına ait % geri kazanım değerleri

Koruyucular	İlk ölçülen miktar (mg/l)	İkinci ölçülen miktar (mg/l)	% Geri kazanım
Sorbik asit	20.259	20.126	100.96
Benzoik asit	20.023	20.012	100.08

Çizelge 3: Sorbik asit ve benzoik asit metodunun tekrarlanabilirliği

Örnekler	Ölçülen sorbik asit miktarı (mg/l)	Ölçülen benzoik asit miktarı (mg/l)
1	50.178	49.867
2	50.888	49.974
3	50.191	49.990
4	50.757	49.969
5	50.513	49.942
6	50.421	49.900
7	50.802	49.887
8	50.122	49.896
9	50.134	49.886
10	50.338	49.852

Yapılan analizler sonucunda 30 adet salça örneğinin 8'inde hem sorbik asit hem de benzoik asit tespit edilmiştir. 2 adet salça örneğinde ise sadece benzoik asit tespit edilmiştir. Sorbik asit miktarı en yüksek 667.66 mg/kg iken en düşük 4.8 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Analizi yapılan salça örneklerinden 22 adet örnekte sorbik aside rastlanmamıştır. Benzoik asit miktarı en yüksek 1059.98 mg/kg iken, en düşük 0.4 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Analizi yapılan salça örneklerinden 20 adet örnekte benzoik aside rastlanmamıştır (Çizelge 4).

Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri yönetmeliğinde teneke veya cam ambalajdakiler hariç olmak üzere, yani plastik ambalajlarda; 31. 12. 2017 tarihine kadar salçada sorbik asit ve sorbatlar (E200 ve E203) için izin verilen maksimum kullanım miktarı 1000 mg/kg iken, benzoik asit kullanımına izin verilmemiştir (TGK, 2017). Plastik ambalajda satılan 5 adet salça örneği sorbik asit miktarı olarak mevzuat hükümlerince belirtilen değerlerin altında olmasına rağmen, içeriğinde benzoik asit tespit edildiği için yasal hükümlere uygun bulunmamıştır. Teneke ambalajda satılan 22 adet salça örneğinin 5 adetine mevzuat hükümlerine aykırı hareket edilerek benzoik asit ilavesi yapılmıştır. Teneke ambalajdaki 3 adet salça örneğinde mevzuatın belirttiği sınır değerlerin altında sorbik aside rastlanırken, 5 adet salça örneğinde benzoik asit tespit edilmiştir. 3 adet cam ambalajda satılan salça örneğinde ise sorbik ve benzoik asit tespit edilmemiştir. Tespit edilen sorbik asit ve benzoik asit miktarlarına göre, 30 adet salça örneğinin 20'si yasal mevzuata uygun olarak üretilmiştir.

Cam veya teneke ambalajlardaki domates salçalarında aseptik dolun safhasında sıcaklık işlemi uygulanarak dolun yapıldığı için çoğu mikroorganizmanın inhibe olmasını sağlar. Ayrıca koruyucu madde kullanımına gerek yoktur. Günümüzde yüksek kapasite ve uygun fiyatlı ambalaj materyali olarak plastik ambalaj materyali salça sektöründe kullanılmaktadır. Ancak

plastik ambalaj materyalinde sıcak dolun yapılamayacağından bu ambalaj materyallerinde de sorbik asit kullanımına izin verilmiştir.

Hipotez 0 kuramına göre piyasada tüketime sunulan domates salçalarında mevzuat gereği benzoik asit miktarının 0 mg/kg olması gerekir. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde; farklı firmalara ait domates salçalarında tespit edilen benzoik asit miktarları ile Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri yönetmeliğinde yer alan miktar arasındaki fark ($P < 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Hipotez 0 kuramına göre piyasada tüketime sunulan domates salçalarında mevzuat gereği sorbik asit miktarı teneke veya cam ambalajdakilerde 0 mg/kg olması gerekirken, plastik ambalajlarda maksimum 1000 mg/kg miktarı kadar izin verilmiştir. Bu çalışmada plastik ambalaj materyalinde tüketime sunulan domates salçası örneklerinde sorbik asit miktarı mevzuattaki limit değerler arasında bulunmuştur. Farklı firmalara ait domates salçalarında tespit edilen sorbik asit miktarları ile Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde yer alan miktar arasındaki fark ($P > 0.05$) istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Dünyada domates ürünlerinden üzerinde en çok çalışma yapılanlar domates sosu ve ketçap olmuştur. Salçada koruyucu kullanımının araştırıldığı birkaç çalışma tespit edilmiştir. Çakır ve Mehmetoğlu (2013) tarafından yapılan çalışmada Türkiye'de satışa sunulan farklı firmalara ait 20 adet domates salçası, 3 adet biber salçası incelenmiştir. 20 adet domates salçasının 5'inde benzoik asit, 2'sinde sorbik asit; 3 biber salçasının 1'inde benzoik asit, 1'inde de sorbik asit tespit edilmiştir. 23 adet salça örneğinin 3'ünde 18.1-526.4 mg/kg sorbik asit, 6'sında 21.7-1933.5 mg/kg benzoik asit tespit edilmiştir. Biber salçası örneklerinden 2'sinde hiçbir koruyucuya rastlanmazken sadece 1'inde iki koruyucu birlikte kullanılmış, onların miktarları da tüm salça örnekleri arasında en düşük miktarlar olmuştur.

Çizelge 4:Salça örneklerinde tespit edilen benzoik ve sorbik asit miktarları ve yönetmeliğe uygunlukları (mg/kg)

Örnekler	Benzoik asit (mg/kg)	Sorbik asit (mg/kg)	Ambalaj tipi	Uygunluk
1	794.40	667.60	Teneke	Uygun değil
2	0	0	Teneke	Uygun
3	0	0	Teneke	Uygun
4	41.40	4.80	Teneke	Uygun değil
5	0	0	Teneke	Uygun
6	0	0	Teneke	Uygun
7	12.36	13.94	Teneke	Uygun değil
8	0	0	Teneke	Uygun
9	0	0	Teneke	Uygun
13	2.74	0	Teneke	Uygun değil
11	0	0	Teneke	Uygun
12	0	0	Teneke	Uygun
10	0.4	0	Teneke	Uygun değil
14	0	0	Teneke	Uygun
15	0	0	Teneke	Uygun
10	0	0	Teneke	Uygun
17	0	0	Teneke	Uygun
18	0	0	Teneke	Uygun
19	0	0	Teneke	Uygun
20	0	0	Teneke	Uygun
21	0	0	Teneke	Uygun
22	0	0	Teneke	Uygun
23	896.58	362.62	Plastik	Uygun değil
24	913.6	503.6	Plastik	Uygun değil
25	1 059.98	673.92	Plastik	Uygun değil
26	526.32	402.80	Plastik	Uygun değil
27	715.80	519.48	Plastik	Uygun değil
28	0	0	Cam	Uygun
29	0	0	Cam	Uygun
30	0	0	Cam	Uygun

Onların tespit ettikleri sorbik asit miktarları bu çalışmada elde edilenlerden düşük olup, benzoik asit miktarları ise 1'i hariç bu çalışmada elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir. O çalışmanın yapıldığı tarihlerde Türk Gıda Kodeksi tarafından hiçbir koruyucu katkı maddesi kullanımına izin verilmemektedir. Çalışmada benzoik asidin tespit edildiği domates salçası örneklerinden ikisi, geleneksel olarak güneşte kurutma yöntemi ile üretilmiştir. Geleneksel olarak üretilen salçalara koruyucuların yasa dışı eklenmesi, raf ömrünü artırmak, kontrolsüz kurutma işlemlerini ve olası hava kirliliğini maskeleyerek için genellikle uygulanır. Karataşlı,

Çakmak ve Özpınar (2016), İstanbul'da satışa sunulan 5 adet geleneksel domates salçası örneğini incelemişler, sorbik asit miktarının 4 örnekte 508.91-867.51 mg/kg olduğunu ve limit değer olan 1000 mg/kg'ın altında kaldığı, 1 örnekte ise 1820.31 mg/kg olduğunu ve limiti aştığını tespit etmişlerdir. 5 adet geleneksel domates salçası örneğinde ise benzoik asit miktarı 213.82-2417.65 mg/kg arasındadır. Aynı araştırmacılar 5 adet ticari domates salçası örneğinin hiçbirinde sorbik asit tespit edememişlerdir. 5 adet ticari domates salçası örneğinin 2'sinde benzoik asit tespit edilemezken, 3 'ünde benzoik asit miktarı 19,51-22,28 mg/kg arasında değişmiştir. Bu çalışmada tespit

edilen sorbik asit ve benzoik asit miktarları o çalışmacıların ticari domates salçası örneklerinde tespit ettikleri miktarlardan yüksek, geleneksel domates salçası örneklerinde tespit ettikleri miktarlardan düşüktür.

Danimarka'da Leth, Christenses ve Larsen (2010) tarafından yapılan çalışmada 53 adet domates konsantresi, domates püresi ve turşu örneğinin 5'inde ortalama 502 mg/kg miktarında benzoik asit, 4'ünde ortalama 620 mg/kg sorbik asit tespit edilmiştir. Güzel (2013) tarafından yapılan çalışmada iki ayrı firmaya ait 10'ar adet olmak üzere 20 adet ketçap, iki ayrı firmaya ait 10'ar adet olmak üzere 20 adet sos örneğinde benzoik asit varlığı araştırılmıştır. A firmasına ait ketçap örneklerinde benzoik asit miktarı 69.41-248.73 mg/kg arasında, B firmasına ait ketçap örneklerinde ise 873.43-1139.51 mg/kg arasında değişmiştir. C firmasına ait sos örneklerinde benzoik asit miktarı 850.29-1145.29 mg/kg, D firmasına ait sos örneklerinde ise 815.59-1307.25 mg/kg arasında değişmiştir. Yıldız (2010) tarafından yapılan çalışmada analizi yapılan ketçap örneklerinden iki tanesi katkısız etiketli olup, yapılan çalışmalar sonucunda da bu örneklerde ne benzoik aside ne de sorbik aside rastlanmıştır. Diğer 3 örnekten birinde sadece benzoik aside rastlanırken diğer ikisinde hem benzoik aside hem de sorbik aside rastlanmıştır. Bu numunelerde bulunan benzoik asit miktarı 365.77- 874.44 mg/kg arasında bulunurken, sorbik asit miktarı 78.06-460.57 mg/kg arasında bulunmuştur. Koyuncu (2006)'nun yaptığı çalışmada ele alınan 5 farklı firmaya ait ketçap örneklerinden 2 tanesinde benzoik asit belirlenmezken, geri kalan üç örnekte benzoik asit miktarı 5.93-866.00 mg/kg arasında tespit edilmiştir. 3 ketçap örneğinde sorbik asit bulunmamış geri kalan 2 örnekte de 6.28-396.00 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Yentür vd. (1995) Ankara piyasasında iki firmadan aldıkları 10'ar adet ketçap örneğinde benzoik asit ve sorbik asit miktarlarını araştırmışlardır. Benzoik asit miktarları A firmasına ait örneklerde 619.8-1082.8 mg/kg, B

firmalarına ait örneklerde ise 116.7-1001.7 mg/kg arasındadır. Sorbik asit miktarları ise A firmasına ait örneklerde 211.0-422.1 mg/kg, B firmasına ait örneklerde 198.4-512.5 mg/kg arasındadır. Yentür ve Bayhan (1990), yaptıkları çalışmada sos, ketçap, benzoik asit ve sorbik asit miktarlarını araştırmışlardır. Ketçapta benzoik asit miktarlarını 0.516 ± 0.065 g/kg olarak saptadıklarını ve sonuçların izin verilen standart değerinin altında olduğunu bildirmişlerdir.

4. Sonuç

Günümüzde gıda katkı maddelerinden kendimizi tamamen soyutlamamız mümkün değildir. Dikkat edilmesi gereken nokta, her türlü gıda katkı maddesinin üretim ve tüketiminde ilgili bakanlığın tüzük, yönetmelik ve tebliğlerine uyulmasıdır. Kötü hammadde seçimi, yetersiz ısıl işlemler ve sorunlu ambalajlama nedeniyle yasak olmasına rağmen üreticiler salça üretiminde koruyucu madde kullanabilmektedirler. Bu durumun üstesinden gelinebilmesi için öncelikle gıda denetimlerinin artırılması gereklidir. Domates salçasında katkı maddesi kullanmak yerine, kaliteli domates kullanılmalı, yıkama işlemi çok iyi yapılmalı, işlem hattını çok iyi dezenfekte edilmeli, tüm işlem aşamalarında bulaşmayı önleyecek tedbirler alınmalıdır. Ayrıca, buharlaşma aşamasında kuru madde yeterince artırılmalı, aseptik şartlarda ambalajlama yapılmalı, ambalaj olarak cam ve teneke olanlar tercih edilmeli, depolama şartlarına dikkat edilmelidir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynaklar



- Alpözen, E. (2007). Sorbik asit ve gıdalarda kullanımı. *Ordu'da Gıda Güvenliği Dergisi*, 3, 28-30.
- Altuğ, T. (Ed.) (2009). *Gıda Katkı Maddeleri*. İzmir: Sidas.

- Aran, N., Alperden, I. & Topal, O. (1987). Mould contamination problem in tomato paste and risk analysis system in the critical control place. *Journal of Food Industry*, 2(3), 43-47.
- Arslan, G. (2011). *Gıda katkı maddeleri ve yeni yapılan dioksimlerin gıda katkı maddesi olarak kullanılabilirliğinin araştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Asan, A. & Ekmekci, S. (2002). Contribution to the colonial and morphological characteristics of some *Aspergillus* species isolated from soil. *Ege University Journal of the Faculty of Science*, 25(1), 121-139.
- Başoğlu, F. & Köşker, Ö. (1980). Domates ve biber salçalarının bozulmasına neden olan bakterilerin izolasyon ve identifikasyonları üzerinde araştırmalar. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Diploma Sonrası Yüksek Okul İhtisas Özetleri*, 1(1), 113-131.
- Cemeroğlu, B. (2009). *Meyve ve Sebze İşleme Teknolojisi 2. Cilt*. Ankara:Nobel.
- Çakır, R. (2011). *Bazı gıda ürünlerinde sorbik asit ve benzoik asit varlığının tespiti*. (Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çakır, R. & Mehmetoğlu, A.Ç. (2013). Sorbic and benzoic acid in non-preservative-added food products in Turkey. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 6(1), 47-54, [doi:10.1080/19393210.2012.722131](https://doi.org/10.1080/19393210.2012.722131)
- Efiuvwevwere, B.J.O. & Atirike, O.I.E. (1998). Microbiological profile and potential hazards associated with imported and local brands of tomato paste in Nigeria. *Journal of Applied Microbiology*, 84, 409-416, [doi: 10.1046/j.1365-2672.1998.00355.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-2672.1998.00355.x).
- Eroğlu, D. (2017, 07.10) Salçada koruyucu yasağı neden uygulanmıyor. *Bursaport*. www.bursaport.com/yazarlar/dursun-eroglu-44/salcada-koruyucu-yasagi-neden-uygulanmiyor-1993.html adresinden erişildi.
- European Commission Report of the Scientific Committee on Food, (2002). Risk profile on the microbiological contamination of fruits and vegetables eaten raw. 29 April 2002.
- Gözener, B. & Sayılı, M. (2014). Adana İli Çukurova İlçesinde salça tüketim tercihleri ve tüketimi etkileyen faktörler. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 31(3), 57-67.
- Güzel, G. (2013). *Ankara'da tüketime sunulan bazı gıda maddelerinde benzoik asit miktarlarının araştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi/Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hossain, N. & Fakruffin Islam, N. (2011). Effects of chemical additives on the shelf life of tomato juice. *American Journal of Food Technology*, 6(10), 914-923, doi: 10.3923/ajft.2011.914.923
- Jacobowska, J. & Kosewska, L. (1964). Occurrence and Activity of sporeformers in tomato concentrates. *Fruchtsaftindustries*, 9(2), 113
- Juhlin, L., Michaelsson, G. & Zeterstrom, O. 1972. Urticaria and asthma induced by food and drug additives in patients with aspirin hypersensitivity. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 50(2), 92-99.
- Kalyoncu, F., Tamer, A. Ü. & Oskay, M. (2005). Determination of fungi associated with tomatoes (*Lycopersicon esculentum* M.) and tomato pastes. *The Plant Pathology Journal*, 4(2), 146-149.

- Karataşlı, M., Çakmak, B. & Özpinar, H. (2016). Investigation of sorbic acid and benzoic acid amount of some food exposed for sale in Istanbul. *International Journal of Food Engineering Research*, 2(2), 43-58.
- Keskin, G. (2010). Türkiye’de domates salça sanayi ve iç piyasada fiyat değişimleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(3), 214-221.
- Kotzekidou, P. (1997). Heat resistance of *Byssochlamys nivea*, *Byssochlamys fulva* and *Neosartorya fischeri* isolated from canned tomato paste. *Journal of Food Science*, 62(2),410-412, [doi:10.1111/j.1365-2621.1997.tb04014.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1997.tb04014.x)
- Koyuncu, N.G. (2006). *Bursa’da tüketime sunulan bazı ürünlerin sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının araştırılması*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Lahti, A., Vaananen, A., Kokkonen, E.L. & Hannuksela, M. (1987). Acetylsalicylic acid non-immunologic contact urticaria. *Contact Dermatitis*. 16(3), 133–135.
- Leth, T., Christenses, T. & Larsen, I.K. (2010). Estimated intake of benzoic and sorbic acids in Denmark. *Food Additives and Contaminants: Part A*, 27(6), 783–792, [doi:10.1080/19440041003598606](https://doi.org/10.1080/19440041003598606)
- Mazokhia, N.N., Nikolaeva, S.A., Razvozhevskaya, Z.S., Ustinova, M.S. & Borodocheva N.I. (1978). Sources of contamination and biological characteristics, of the spoilage organisms, in tomato paste, apple puree and aseptically preserved apple juice. *Konservnaya Ovashchesushil’naya Promyshlennast*, 12, 32-34.
- MEB (2011). *Salça Üretim Teknolojisi* [PDF Belgesi] 14 Mart 2019 tarihinde http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modu/moduller_pdf/Sal%C3%A7a%20%C3%9Cretim%20Tecnolojisi.pdf adresinden erişildi.
- Michaelsson, G. & Juhlin, L. (1973). Urticaria induced by preservatives and dye additives in foods and drugs. *British Journal of Dermatology*, 88(6), 525–532.
- Nordic Committee on Food Analysis (1997). Determination of Sorbic and Benzoic Acid by HPLC-UV/DAD Method No: 124.
- Ova, G. (2001). Koruyucular. Tomris Altuğ (Ed.), Gıda Katkı Maddeleri (s.114-115). İzmir: Meta.
- Pawsey, R.K. (2002). Case studies in food microbiology for food safety and quality. Cambridge: Royal Society of Chemistry Publishing.
- Rademaker, M. & Forsyth, A. (1989). Contact dermatitis in children. *Contact Dermatitis*, 20(2),104–107. <https://doi.org/10.1111/j.16000536.1989.tb0311x>
- Safdar, M. N., Mumtaz, A., Amjad, M., Siddiqui, N. & Hameed, T. (2010). Development & quality characteristics studies of tomato paste stored at different temperatures. *Pakistan Journal of Nutrition*, 9, 265–268.
- Uylaşer, V. & Başoğlu, F. (1997). Salça üretim aşamalarına göre bakteri ve maya florasındaki değişim ve bozulmadaki etkileri üzerinde araştırmalar. *Gıda*, 22(1), 85-92.
- TGK (2013). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği. 30 Haziran 2013 tarih ve 28693 sayılı Resmi Gazete, Ankara.

- TGK (2014). Salça ve Püre Tebliği (2014/6). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 14 Haziran 2014 tarih ve 29030 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- TGK (2017). Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik, 22 Eylül 2017 tarih ve 30188 sayılı Resmî Gazete, Ankara.
- TÜİK (2017). *Türkiye İstatistik Kurumu verileri*. [PDF Belgesi] 14 Mart 2019 tarihinde http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_i d=1066 adresinden erişildi.
- WHO (1997). Evaluation of some food additives and contaminants (Forty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives). Technical Report Series, 868.
- Yentür, G. & Bayhan, A. (1990). Bazı gıda maddelerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının araştırılması. *Gıda*, 15(2), 79-82.
- Yentür, G., Gürel, H., Orman, M. & Bayhan, A. (1995). Ankara piyasasından sağlanan bazı gıda maddelerinde sorbik asit ve benzoik asit miktarlarının gaz kromatografisi yöntemi ile araştırılması. *Ankara Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 42, 451-455.
- Yıldız, A. (2010). *Diyarbakır'da satışa sunulan bazı gıda ürünlerinde benzoik asit ve sorbik asit tayini*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Dicle Üniversitesi/ Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

COMPARISON OF REQUIREMENTS ENGINEERING KNOWLEDGE AREAS IN TERMS OF TRADITIONAL AND AGILE SOFTWARE METHODS

Kadir ÇAMOĞLU^{1*} , Rembiye KANDEMİR² 

¹Trakya University, Department of Computer Engineering, Engineering Faculty, Edirne / Turkey

²Trakya University, Department of Computer Engineering, Engineering Faculty, Edirne / Turkey

Cite this article as:

Çamoğlu, K. & Kandemir, R. (2019). Comparison of Requirements Engineering Knowledge Areas in Terms of Traditional and Agile Software Methods, *Trakya University Journal of Engineering Sciences*, 20(2), 79-91.

Highlights

- Determining requirements engineering key concepts
- Current requirements engineering approaches
- Advantages and Disadvantages of Traditional Methods and Agile Methods

Article Info

Abstract

Article History:

Received:
May 22, 2019
Accepted:
August 12, 2019

Keywords:

Requirements engineering;
Traditional software development
methods;
Agile software development
methods;
Agile and traditional comparison;

One of the important points to be considered when implementing a software project is the successful management of the requirements. The success of the software depends on the accuracy and completeness of the requirements. Knowing the positive and negative aspects, advantages and disadvantages of the existing methodologies helps for selecting the appropriate methodology and choosing the appropriate approach to the situation and the project in this direction will increase the probability of success of the project. Although there is a lot of research in the literature about the traditional and agile approaches which are the main trends of software development approaches, the publications made in specific for requirements engineering process are limited. In this study, the necessary engineering applications in traditional and agile methodology approaches are evaluated to assist in the selection of methodology.

GEREKSİNİM MÜHENDİSLİĞİ BİLGİ ALANLARININ GELENEKSEL VE ÇEVİK YAZILIM YÖNTEMLERİ AÇISINDAN KARIŞLAŞTIRILMASI

Makale Bilgileri

Öz

Makale Tarihiçesi:

Geliş:
22 Mayıs 2019
Kabul:
12 Ağustos 2019

Anahtar Kelimeler:

Gereksinim mühendisliği;
Geleneksel yazılım geliştirme
yöntemleri;
Çevik yazılım geliştirme
yöntemleri;
Çevik ve geleneksel süreçlerin
karşılaştırılması;

Bir yazılım projesi uygularken dikkat edilmesi gereken önemli noktalardan biri gereksinimlerin başarılı bir şekilde yönetimidir. Yazılımın başarısı, gereksinimlerin doğruluğuna ve eksiksizliğine bağlıdır. Mevcut metodolojilerin olumlu ve olumsuz yönlerini, avantajlarını ve dezavantajlarını bilmek gerçekleştirilecek projeler için en uygun metodolojinin seçilmesine yardımcı olacaktır. Proje için kaynaklara, bağlama ve diğer unsurlara göre en uygun yaklaşımı seçmek de proje başarımını artırır. Literatürde yazılım geliştirme yaklaşımlarının ana eğilimleri olan geleneksel ve çevik yaklaşımlar hakkında çok fazla araştırma olmasına rağmen, gereksinim mühendisliği süreci için özel olarak yapılan yayınlar sınırlıdır. Bu çalışmada, uygun metodoloji seçiminde yardımcı olmak amacıyla geleneksel ve çevik metodoloji yaklaşımlarındaki gereksinim mühendisliği uygulamaları karşılaştırılmıştır.

1. Introduction

Every organization that develops software aims to produce quality products by realizing successful projects to meet the needs of its stakeholders. The Standish Group's report published in 2015 states that considering the budget, time, scope and quality constraints of the projects, the success rate is 29%. 19% of the projects were canceled, and the remaining 52% could be completed by budget or timeout, quality loss or scope contraction (Hastle & Wojewoda, 2015). According to the same report, in the top ten factors affecting the success or failure of the projects, "clearly stated requirements" are in the third place. Similarly, the changes and / or lack of requirements is the second and third among the project difficulties, and the first among the factors causing the cancellation of the project.

Requirements engineering is a process of how the possible system should be defined. Requirements serve as a guide for the software development team. The purpose of requirements engineering is to guide software development activities to produce the right software (Lawrence, Wieggers, and Ebert, 2001). If the requirements are not achieved correctly from the right stakeholders, it is highly likely that the project will fail, even if the rest of the project is well executed. Complete and accurate requirements provide many benefits, such as avoiding errors, improving quality and reducing risk in the software development process (Brooks, 1987; Procaccino, Verner, & Overmyer, 2002). The Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) defines software requirements engineering activities as the determination, analysis, specification, approval of, and management of requirements throughout the entire lifecycle of the software product (Bourque & Fairley, 2014).

The ultimate goal of the traditional project management approach is to successfully complete the project in the planned time, budget, and scope following the plan set

up at the beginning of the project (Decarlo, 2004; Shenhar, & Dvir, 2007; Wysocki, Junior, & Crane, 2007). For this purpose, the requirements, and scope should be determined and fixed at the beginning of the project. It is assumed that there will be no major changes in the traditional approaches during the project which will affect the scope. Conventional requirements engineering is structured on these assumptions and documentation is mainly weighted (Hastle & Wojewoda, 2015).

Agile requirements engineering, however, specifies how to manage requirements in software development methods which implement the basic principles set in Agile Manifesto (Agile Manifesto, 2001). In this approach, documentation is given fewer space and software requirement activities are extended to the entire software development process (Bose, Kurhekar, & Ghoshal 2014; Boyer & Mili 2014; Lucia & Qusef 2010).

In the literature, it is seen that the studies aimed at comparing the traditional and agile approaches are carried out to cover all the steps of the software development process (Batool et al 2013; Elshandidy & Mazen 2013; Palmquist et al 2013; Seda & Tarhan 2010; Shinde, Tangyde, & Kulkarni 2015; Stoica, Mircea, & Ghilic-Micu 2013). Some studies on, examining traditional and agile processes in terms of requirements engineering activities, it has been observed that certain areas are focused. For example, Elshandidy and Mazen (2013) deal with traditional and agile methods in their planning, focus, documentation, development team roles, customer roles, development model, communication, management style, and quality control topics. Palmquist et al (2013) provide requirements acquisition, prioritization, modeling, documentation, validation, and management titles.

In this study, the requirements engineering discipline is vital to perform more successful software projects, is compared to the most widely applied traditional and

agile software methods based on six of the seven fields of information specified in the SWEBOK (Bourque & Fairley, 2014).

2. Requirements Engineering

Requirements engineering determines whether a new software project is to be implemented and, if the project is to be implemented, forms the basis of project launch activities. The acquisition of requirements requires the participation of end users, process owners, sponsors, developers and all other stakeholders. Requirements engineering ensures that the requirements for the successful completion of the project and providing a quality software product are obtained in a correct and complete manner. Thus, it can be ensured that all stakeholders are satisfied at the end of the project (More, Sapre, & Chawan 2011; What are the Software Development Models 2018).

Sommerville and Sawyer, claim that the requirements engineering process consists of five main tasks: elimination, analysis and negotiation, modeling, verification/validation and management (Sommerville & Sawyer 1997). However, SWEBOK breaks down requirements engineering in seven sections: software requirements fundamentals, requirements process, requirement elicitation, requirement analysis, requirement validation, practical considerations and software requirements tools (Bourque & Fairley, 2014)

In this study, the requirements engineering process is compared and discussed, on the basis of SWEBOK and previous studies, under the following sections:

2.1. Software Requirements Fundamentals

SWEBOK elaborates the software requirements fundamentals with a description of the definition of a software requirement, product and process requirements, functional and nonfunctional requirements, emergent properties, quantifiable

requirements, system requirements and software requirements (Bourque & Fairley, 2014).

2.2. Requirements Process

SWEBOK requirement process is addressed by process models, process actors, process support and management, process quality, and improvement (Bourque & Fairley, 2014). The work on the requirement process is mainly expected from requirement engineers and analysts.

2.3. Requirements Elicitation

Requirement elicitation activities are carried out to determine the scope of the system and to provide the requirements that determine the characteristics that the system must-have. It is necessary to work with project stakeholders and other requirements resources for the elicitation of requirements. During these studies, the scope of the system is determined and started to be managed. SWEBOK describes the requirements elicitation as resources of software requirements and requirements acquisition techniques (Bourque & Fairley, 2014). During the requirements elicitation process, face-to-face interviews, brainstorming, prototyping, workshops, focus groups, etc. techniques are used to carry out activities with all necessary stakeholders, including sponsors, initiators of project requests and domain knowledge experts (Batool et al 2013).

2.4. Requirements Analysis Knowledge Area

The SWEBOK requirement analysis addresses requirements classification, conceptual design, architectural design, linking requirements, negotiating requirements, and formal analysis (Bourque & Fairley, 2014). At this stage, the consistency, completeness, and applicability of the requirements obtained by the elicitation, are checked. The scope of the system is managed through negotiations and prioritization activities in this process. The scope management of the

system is also carried out through negotiations and prioritization activities at this stage.

2.5. Requirements Specification

The SWEBOK requirements specification is addressed by the system identification specification, system requirements specification, and software requirements specification (Bourque & Fairley, 2014). One or more analysis documents are created at this stage using the business analysis information. This information contains the functional and non-functional requirements, analysis, risk, constraints, dependencies, and other analysis information obtained and analyzed.

2.6. Requirements Validation

SWEBOK addresses the validation of requirements by reviewing requirements, prototyping, model validation, and acceptance testing (Bourque & Fairley, 2014). Requirements validation is performed by reviews and prototyping at the beginning of the development process. It is performed after the development process is completed, by acceptance tests over the resulting software and system components.

2.7. Practical Considerations

The topics related to SWEBOK implementation address the recurring nature of the requirement process, change management, requirements attributes, tracing requirements and measurement of requirements (Bourque & Fairley, 2014).

3. Current Requirements Engineering Approaches

Stoica et al. defines Software Development Life Cycle (SDLC) as a structure, which explains how software is developed and how maintenance and changes are carried out (Batoool et al 2013). In the literature, the defined international standard for SDLC is ISO/IEC 12207. This standard contains many software development models that demonstrate how to implement SDLC. In addition, some organizations are

creating and using organizations' own models. The most common of all these models can be listed as follows (Stoica et al 2013):

- Waterfall model
- V model
- Incremental model
- Rapid Application Development (RAD) Model
- Rational Unified Process (RUP)
- Microsoft Solutions Framework (MSF)
- Iterative model
- Spiral model
- Scrum
- Kanban
- Extreme Programming (XP)

Each model has advantages and disadvantages, and the model to be implemented should be selected according to the organization's capacity, needs, and project (What are the Software Development Models 2018; Software development process 2018; SDLC – Overview 2018).

3.1. Traditional Approaches

In the traditional software development, approaches such as waterfall and spiral, the requirement analysis, architectural design, software development, test and stabilization, and deployment phases required for revealing the software, are carried out in successive order. The basic motivation of the traditional method can be defined as determining a clear scope of the project, making a project plan and adhering to this project plan to reveal the project without departing the out of scope (Babok 2015; Bourque & Fairley 2014; Withall 2007).

Traditional approaches are based on the following assumptions (IEEE recommended practice for software requirements specifications 1998; Lawrence et al 2001; Software Requirements Engineering; Agile Manifesto 2001; More et al 2011):

- From the very beginning of the project, the clients know exactly what they expect from the system;
- The development team understands the needs of the customer accurately and clearly;
- Only one or more stakeholders have the responsibility to detail the requirements;
- There is a strict separation of different functions in teams.

The basis for traditional requirement specification approaches comes from the IEEE standard 830-1998 (Recommended Practice for Software Requirements Specifications). This standard describes how to document the requirements and any other business information that requires for the project to be accomplished. The standard generally refers to the requirement and the associated components to be expressed as texts. In addition to this, it is stated that user interfaces should be composed as prototypes except for the textual specification of the requirements (IEEE recommended practice for software requirements specifications 1998).

3.2. Agile Approaches

It is impossible to freeze software projects within a certain scope due to constantly changing priorities and competition. Therefore, the agile approach, being open to change, aims to develop the highest value-added product that can be produced within a certain period of time and with a specific source and budget. For this purpose, it focuses on the most effective way to manage the changes can occur during the software process. The

most effective way of responding to changes is possible with a system, based on close and face-to-face communication of the stakeholders and minimum documentation (Boyer et al 2014; Norton 2008; Patton et al 2014; Rubin 2013).

Although a specific specification method is not officially defined as an agile requirement specification, “User Story” is common in the literature and applications (Bose et al 2014; Norton 2008; Rubin 2013; Patton et al 2014)

4. Requirements Engineering in Traditional and Agile Approaches

In our study, we have discussed the differences between the traditional and agile approaches considering application similarities, advantages and disadvantages over six of the seven topics mentioned in SWEBOK. In Table 1, the basic concepts related to the requirement are considered especially in terms of the types of requirements. Comparisons related to the requirements processes, including process actors, are given in Table 2. In Table 3, requirement acquisition is discussed over resources, techniques and roles. In Table 4, requirement analysis is evaluated through concepts such as scope management, prioritization of requirements, while Table 5 presents the specification of requirements. Table 6 describes the validation of requirements and Table 7 describes the comparison of requirements engineering in terms of implementation. In addition, activities and concepts that are not included in SWEBOK but encountered throughout the study are also included in Table 8.

Table 1: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Fundamentals

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Requirements	It is assumed that they are stable and are known from the beginning.	It is assumed that they will mature and become clear over time.
Product and Process Requirements	Product and process requirements are handled and documented separately.	Requirements are followed in a format called user story, without product or process separation.
Functional and Non-Functional Requirements	Functional and non-functional requirements are documented separately and in detail.	User stories are created based on functional requirements. Non-functional requirements are included in the user story.
Emergent Properties	Emergent properties are documented under a separate section.	Emergent properties concerning multiple user stories are treated as system constraints.
Quantifiable Requirements	Each of the requirements is to be measured separately.	It focuses on measuring the usefulness of the functions that fulfill the requirements.

Table 2: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Process

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Process models	Waterfall method, spiral model, Rational Unified Process are the most widely used traditional methods.	Scrum, Kanban, Extreme Programming are the most widely used agile methods.
Process actors	Business stakeholders, analyst, project manager, software developers, test professionals, software architects are the most basic process actors.	It generally includes agile coach, product manager, and development team roles.
Process Quality and Improvement	Process quality and improvement are handled outside the project. It is executed by a separate role or team. During the project execution, the lessons learned are documented in order to contribute to the improvement.	In each cycle of the software development process, a planned activity for process quality and improvement is realized.
Process Support and Management	The requirement analysis process is carried out by the “analyst” role.	The analysis process can be conducted by the product manager, developers or team. In some applications, it is also carried out by the analyst.

Table 3: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Elicitation

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Requirements Sources	All relevant stakeholders are considered as the source of requirement in the elicitation phase.	In many agile methodologies, the development team works with a product manager as a source of requirement. However, the product manager is responsible for doing the necessary work with all other stakeholders for the acquisition of requirements. In some agile applications, the customer is included in the team and is considered a direct source of requirement.
Elicitation Techniques	It is performed by more formal techniques.	Close work and face-to-face communication techniques are preferred.
Roles that fulfill requirements elicitation	System analyst, requirement engineer, domain expert.	Product Owner, development team, and customers.

Table 4: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Analysis

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Requirements Classification	Requirements are classified and documented as functional, non-functional, and transition requirements.	Requirements are not classified. They all are covered in user stories.
Conceptual Modeling	The conceptual design is done with the designation of the requirements first and the architectural design and development are expected to be done accordingly.	Conceptual design is created within the first iteration and if required it is updated within each iteration.
Architectural Design and Requirements Allocation	It is based on the creation of a formal and visual model of the entire system.	It is carried out in the form of modeling only current iteration.
Requirements Negotiation	It is based on the persuasion of stakeholders for the successful implementation of the project plan.	It aims to prioritize the work that will provide the highest added value to the product.
Formal Analysis	When the project requires, formal analysis is applied.	Formal analysis is not applied.
Scope Management	Requirements are set in the early stages of the project. The scope is determined and frozen according to these requirements.	The scope is not frozen under any circumstances. In the later stages of the project, the scope can be differentiated according to stakeholder expectations and priority changes.
Requirements Prioritization	The prioritization of the requirements is carried out by the project manager and determined by the stakeholders.	The prioritization of requirements is carried out together by the product owner, agile coach and the customer altogether.

Table 5: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Specification

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Documentation of Requirements	All requirements are written in detail.	Documentation is not mandatory. However, if the development team needs it, it can do the documentation as needed and in detail.
Requirements documents	The system identification specification, system requirements specification, software requirements specification are minimum required documents.	It is executed through a simple list called Product Backlog.
Specification methods	Requirements can be specified with formal, textual, and UML Use Case methods.	Usually a user story is used to create a common reference point among stakeholders rather than documentation.

Table 6: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Validation

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Requirements Review	Requires formal review and approval.	Informal review meetings are held under the leadership of the product manager.
Prototyping	Prototyping is used where necessary.	It is often used for reconciliation with stakeholders.
Model validation	Model validation is used if necessary.	Model validation is used if necessary.
Acceptance Tests	Acceptance tests are carried out at the end of the project, based on the requirements set that determined and frozen at the beginning of the project.	Acceptance tests are performed at the end of each iteration, based on user stories that are set for iteration.
Verification	Each of the requirements is checked individually.	Definition of Done and Acceptance Criteria is used to verify quality expectations.

Table 7: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of Software Requirements Engineering Applications

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Iterative Nature of the Requirements Process	Each step of SDLC is performed in the form of sequential activities.	All activities of the SDLC are repeated in each iteration.
Dealing with Changes	New requirements and change requests are seen as risky and negative for the project.	It is open to changes and any change requests that add value to the product are welcomed.
Change Management	Change management is carried out through a comprehensive process with many approval phases.	The changes are considered as a natural part of planning at the beginning of each iteration.
Requirements Attributes	Additional qualifications, such as when the requirement is received, when it is received and the owner of the requirement, are documented as detailed as possible.	Attributes are not used unless they are critical.
Requirements Tracing	The relations of requirements with each other are traced and documented in detail.	Relationships between user stories are traced in critical situations.
Measuring Requirements	Each of the requirements is measured separately.	It is based on the measurement of user stories that can consist of more than one requirement.

Table 8: Comparison of Traditional Methods and Agile Methods in Terms of the other Aspects

Key Activities and/or Concepts	Traditional Methods	Agile Methods
Timing of requirement activities	All requirements are determined at the beginning of the project.	Requirements are envisioned at the beginning of the project and are considered to change in the later stages of the project.
Involvement of stakeholders	Stakeholders are expected to be actively involved during the analysis.	Stakeholders are expected to support the project throughout the project.
Communication of requirements	Written and formal communication.	Face-to-face and informal communication.
Planning	Predictive	Adaptive
Focus	Process centric	Focus on adding value.

The findings presented in these tables are summarized in Table 9, summarizing the advantages and disadvantages of traditional methods and agile methods.

Table 9: Advantages and Disadvantages of Traditional Methods and Agile Methods

	Advantages	Disadvantages
Traditional Methods	<p>Since change management is carried out within detailed formality, it is possible to prevent changes that will not be really effective.</p> <p>Due to the tracing of the relations of the requirements in detail, the impact analysis of the change requests can be carried out effectively.</p> <p>Comprehensive and formal review and verification practices allow for better quality requirements.</p> <p>With detailed and comprehensive documentation, it is possible to create corporate knowledge base.</p> <p>Budgeting and calendar management can be done effectively in large projects by pre-determined scope of design.</p> <p>It is possible to work with a large number of stakeholders in hierarchically structured and dispersed locations.</p> <p>The requirements engineering process is designed to create standards for the entire organization.</p> <p>It is easier to reach the requirements and to understand due to compliance with corporate standards.</p> <p>Due to the detailed measurement of requirements, budget and calendar planning can be done more precisely and the final product can be defined from the beginning of the project.</p>	<p>The extent of adherence to the identified scope and the fact that change management is carried out in a detailed process prevents the project from responding quickly to changing priorities and business rules.</p> <p>Due to detailed documentation, formal verification and other requirement activities, high resource costs and additional time are needed.</p> <p>In fact, it is not possible to determine the scope at the beginning of the project by 100% in many projects. Based on this, prioritizations, plans, budget studies and architectural designs cannot meet project expectations and negatively affect project success.</p> <p>The success of the project is adversely affected when the change requests exceeding a certain rate in the future stages of the project.</p>
Agile Methods	<p>The fact that the process is fully open to the new requests and changes in cycles is able to provide the highest added value to stakeholders in projects where priorities and business rules change.</p> <p>The output of the project can be more accurate and reaches high quality because of the short form of iterations and small frequent increments that delivered to the end user.</p> <p>The cost of requirements engineering is lower through the lean documentation that is gradually developed during iterations.</p> <p>Negotiations of requirements can be managed better through stakeholder collaboration and frequent engagement.</p> <p>The requirements for the relevant iteration can be achieved quickly and practically.</p> <p>It enables the management of projects that are not specific at the beginning of the project and have requirements that may change with various effects throughout the project.</p> <p>Through the defined improvement step of the process within each cycle, the team and process performance can reach the highest level.</p>	<p>A comprehensive impact analysis cannot be performed due to the inability to trace the attributes of the requirements and their relations with each other.</p> <p>Documentation is optional and the agile team and customer decide together in which detail the document will be created.</p> <p>Since the documentation is optional, a knowledge base may not be created for the product.</p> <p>The output of the project cannot be seen as a whole from the beginning of the project.</p> <p>For extensive projects, face to face and informal communication with many stakeholders in different locations cause difficulties in practice.</p> <p>Since the entire system is not handled at once, additional costs of reworks may be encountered as cycles progress.</p>

4. Conclusions

As "Standish Group" clearly shows, regardless of which method is being used, requirement activities have a great importance in the success and product quality of the software project. In this study based on the determination above, requirements engineering has been compared in terms of traditional and agile methods. Based on the SWEBOK Requirements Engineering Knowledge Area, we have discussed the basic concepts and key activities in both methods with advantages and disadvantages.

According to the findings, traditional methods may be more suitable for projects where a defined scope can be established, the requirements can be determined from the beginning and will change very little during the project period. However, if the requirements are not mature enough and / or are expected to change during the project, then agile methods may be more advantageous. While agile methods are more suitable for projects with a stakeholder structure that is suitable for face-to-face communication, traditional methods seem to be more suitable for projects with stakeholders located in different locations. While traditional methods have a prominent place in organizations that have formalities and give importance to written documentation, agile methods can be preferred in smaller organizations.

Taking into consideration all of these, the size of the project, the complexity of the stakeholders, the level of maturity of the organization and the potential of change should be considered when choosing the most appropriate method to ensure the success of the project.

Conflict of Interest:

There is no conflict of interest.

References

Babok v3: A guide to business analysis body of knowledge. (2015). Toronto: IIBA.

BATOOL, A., MOTLA, Y.H., HAMID, B., ASGHAR, S., RIAZ, M.N., MUKHTAR, M., AHMED, Comparative study of traditional requirements engineering and Agile requirements engineering., 15th (ICACT), 1006-1014, 2013

BOSE S., KURHEKAR M., GHOSHAL I. (2014, October) Agile Methodology in Requirements Engineering, Retrieved from: <http://www.infosys.com/research/publications/agilerequirements-engineering.pdf>

BOURQUE, P., & FAIRLEY, R. E. (2014). SWEBOK: Guide to the software engineering body of knowledge. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.

BOYER, J., & MILI, H. (2014). Agile Business Rule Development Process, Architecture, and JRules Examples. Berlin: Springer Berlin.

BROOKS. (1987). No Silver Bullet Essence and Accidents of Software Engineering. Computer, 20(4), 10-19.

DECARLO, D. (2004). EXtreme project management: Using leadership, principles, and tools to deliver value in the face of volatility. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

ELSHANDIDY, H. & MAZEN, S., Agile and Traditional Requirements Engineering: A Survey, International Journal of Scientific & Engineering Research, 4 (9), 2013

GRIFFITHS, M. (2015). PMI-ACP exam prep: Rapid learning to pass the PMI Agile Certified Practitioner (PMI-ACP) exam. Minnetonka, MN: RMC Publications.

HASTLE, S., WOJEWODA S. (2015, October 4). Standish Group 2015 Chaos Report - Q&A with Jennifer Lynch. InfoQ. Retrieved from

- <https://www.infoq.com/articles/standish-chaos-2015>
- IEEE recommended practice for software requirements specifications. (1998). New York: IEEE.
- Industry implementation of International Standard ISO / 1995: (ISO/IEC 12207) standard for information technology: Software life cycle processes. (1998). New York: Institute of Electrical and Electronics Engineers.
- LAWRENCE, B., WIEGERS, K., and EBERT, C. "The top risk of requirements engineering," in *IEEE Software*, vol. 18, no. 6, pp. 62-63, Nov.-Dec. 2001.
- LUCIA A., QUSEF A., Requirements Engineering in Agile Software Development, *Journal Of Emerging Technologies In Web Intelligence*, 2, (3), Ağustos 2010.
- Manifesto for Agile Software Development, Agile Manifesto (2001). Retrieved from <https://agilemanifesto.org/>
- MORE N., SAPRE B.S., CHAWAN P.M., An Insight into the Importance of Requirements Engineering, *IJIC*, ,1 (2), 2011.
- NORTON D., Agile Estimation and Planning Is Moving From a Dictatorship to a Democracy, Gartner, 2008.
- PALMQUIST M.S., LAPHAM M.A., MILLER S., CHICK T, OZKAYA I., Parallel Worlds: Agile and Waterfall Differences and Similarities, CMU/SEI-2013-TN-021, Ekim 2013.
- PATTON, J., ECONOMY, P., FOWLER, M., COOPER, A., & CAGAN, M. (2014). User story mapping. Beijing: O'Reilly.
- PROCACCINO, J. D., VERNER, J. M., OVERMYER, S. P., & DARTER, M. E. (2002). Case study: Factors for early prediction of software development success. *Information and Software Technology*, 44(1), 53-62.
- RUBIN, K. S. (2013). *Essential Scrum: A practical guide to the most popular agile process*. Upper Saddle River, NJ: Addison-Wesley.
- SEDA, G. Y., TARHAN, A., Çevik Süreç ile Kıyaslamaya Temel Olarak Artırımsal Sürecin Nicel Analizi: Bir Durum Çalışması, 2. Yazılım Kalitesi ve Yazılım Geliştirme Araçları Sempozyumu, 2010.
- SHENHAR, A., & DVIR, D. (2007). *Reinventing project management: The diamond approach to successful growth and innovation*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- SHINDE L.K., TANGDE Y.S., KULKARNI R.P. Traditional vs. Modern Software Engineering - An Overview of Similarities and Differences. *Advances in Computational Research*, 7 (1), 187-190, 2015.
- SILLITTI, A., CESCHI, M., RUSSO, B., & SUCCI, G. (n.d.). Managing Uncertainty in Requirements: A Survey in Documentation-Driven and Agile Companies. 11th IEEE International Software Metrics Symposium (METRICS05). doi:10.1109/metrics.2005.29
- Software development process (2018, October), Wikipedia (2018), Retrieved from: https://en.wikipedia.org/wiki/Software_development_process
- Software Requirements Engineering: What, Why, Who, When ... (n.d.). Retrieved from http://westfallteam.com/Papers/The_Why_What_Who_When_and_How_Of_Software_Requirements.pdf
- SOMMERVILLE I, and SAWYER, P. *Requirements Engineering*, John Wiley & Sons, 1997.

STOICA, M., MIRCEA, M., & GHILIC-MICU, B.
(2013). Software Development: Agile vs.
Traditional. *Informatica Economica*, 17(4/2013),
64-76. doi:10.12948/issn14531305/17.4.2013.06

Try QA, What are the Software Development Models
(2018, October), Retrieved from:
[http://istqbexamcertification.com/whatare-the-
software-development-models/](http://istqbexamcertification.com/whatare-the-software-development-models/).

Tutorialspoint, SDLC – Overview (2018, October) ,
Retrieved from:
[http://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_overview.
htm](http://www.tutorialspoint.com/sdlc/sdlc_overview.htm)

WITHALL, S. (2007). *Software requirements patterns*.
Erscheinungsort nicht ermittelbar: Microsoft Press.

WYSOCKI, R. K., JUNIOR, R. B., & CRANE, D.
(2007). *Effective project management: How to
plan, manage, and deliver projects on time and
within budget*. (Fourth Edition) New York: John
Wiley.

