



Türkiye Erkek Milli Basketbol Takımının FIBA EuroBasket Turnuvasındaki Başarısının Doğrusal Karma Etkiler Modelleri ile Değerlendirilmesi

Evaluation the Success of Turkey Men National Basketball Team in FIBA Eurobasket with Linear Mixed Effects Model

Melike Kaya Bahçecitapar^{1*}, Simge Ilgım Horat², Serpil Aktaş Altunay¹

¹ Hacettepe Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, Ankara, TÜRKİYE

² Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Fakültesi İstatistik Bölümü, İstanbul, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: spxl@hacettepe.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 18.11.2019

Kabul Tarihi / Accepted: 21.02.2020

Atıf şekli/ How to cite: BAHCECITAPAR KAYA, M., HORAT, S.I., ALTUNAY, S.A., (2020). Türkiye Erkek Milli Basketbol Takımının FIBA EuroBasket Turnuvasındaki Başarısının Doğrusal Karma Etkiler Modelleri ile Değerlendirilmesi. DEUFMD 22(66), 975-985.

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI:10.21205/deufmd.2020226630

Öz

Türkiye, Dünya'da en çok izlenen basketbol turnuvalarının başında gelen FIBA Eurobasket'e düzenlendiği ilk yıllardan beri katılan bir ülkedir. Literatürde, EuroBasket'e katılan takımların istatistiksel verilerini kullanarak nicel analiz yapan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Türkiye Erkek Milli Basketbol Takımının Eurobasket'teki başarısını doğrusal karma etkiler modelleri (DKEM) ile değerlendirmek ve DKEM kullanılarak, EuroBasket'e katılan Avrupa ülkeleri erkek basketbol takımlarından zaman boyunca tekrarlı olarak elde edilen verimlilik puanlarını analiz etmektir. DKEM ile hesaplanan takım-özel etkiler ile her bir takımın uzun süreli veri yapısındaki verimlilik puanlarının zaman boyunca değişimi incelenmiştir. Çalışmada, Eurobasket'e katılan 20 takımın 2007-2017 yılları arasındaki verimlilik puanları ele alınmıştır. Verimlilik puanları hesaplanırken, takımların yıllara göre sayı, toplam başarılı atış, toplam atış, serbest atış, başarılı serbest atış, hücum ribaundu, savunma ribaundu, top çalma, asist, blok, faul ve top kaybı bilgileri dikkate alınmıştır. Zaman boyunca elde edilen verimlilik puanları hem takımlara hem de yıllara göre hesaplanan tanımlayıcı istatistikler ile özetlenmiştir. Veriler SAS istatistiksel paket programında analiz edilmiştir. Takımların son altı sezon verimlilik puan ortalamalarına göre, Türkiye erkek milli basketbol takımı EuroBasket'te 20 takım arasında 11. sırada yer almaktadır. DKEM analizi yapılarak, Türkiye erkek milli basketbol takımının EuroBasket verimlilik puanlarının zaman boyunca gösterdiği değişimin, tüm takımların verimlilik puanlarının bir bütün olarak zaman boyunca gösterdiği değişimden farklı olmadığı bulunmuştur. Son altı sezonda verimlilik puanına göre en yüksek başarıyı 2009 yılında elde etmiştir.

Anahtar Kelimeler: EuroBasket Şampiyonası, Uzun süreli veriler, Doğrusal karma etkiler modelleri

Abstract

Turkey is a country participating since the first year from the beginning of the world's most-watched basketball tournament FIBA Eurobasket. There are a limited number of studies in the literature that perform quantitative analysis using statistical data from teams participating in EuroBasket. The

purpose of this study is to evaluate the success of the Turkey Men's National Basketball Team in EuroBasket by linear mixed effects model (LME) and, using the LME models to analyze the productivity scores obtained from men's basketball teams repeatedly over time. The change of productivity scores in the long-term data structure of each team over time is examined with the team-specific effects calculated with LMM. Productivity scores of 20 teams participating in EuroBasket between 2007 and 2017 are discussed. When calculating the productivity scores, number of teams, total successful shots, total shots, free throws, successful free throws, offensive rebounds, defense rebounds, steals, assists, blocks, fouls and ball losses are taken into consideration. Productivity scores obtained over time are summarized by descriptive statistics for both teams and years. The data set is analyzed using SAS. According to the team of last six seasons' productivity average score, male EuroBasket national basketball team Turkey took 11th place among 20 teams. Analyzing LMM models, changes of Turkey during the time of the men's national basketball team of EuroBasket productivity scores are found not to be different from all the teams change's over time. It has achieved the highest success in 2009 in terms of productivity scores in last six seasons.

Keywords: EuroBasket Championship Longitudinal Data, Linear Mixed Effects Models

1. Giriş

Basketbol, Türkiye'de olduğu gibi Dünya'nın birçok yerinde büyük ilgi gören bir spor dalıdır. EuroBasket (Avrupa Basketbol Şampiyonası), NBA (National Basketball Association) ve Türkiye Basketbol Ligi gibi popüler organizasyonlarda müsabakaları geniş kitleler tarafından takip edilmektedir. Son yıllarda, basketbol organizasyonlarında takımların performansını ortaya koyan çalışmalara ilgi giderek artmaktadır. Bu çalışmaların çoğunda, takım başarısını ve bu başarı üzerinde etkili olduğu düşünülen takım veya oyuncu istatistiklerini incelemek için verimlilik puanları kullanılmıştır [1,2]. Verimlilik puanı, basketbolda takımların ve oyuncuların performansını değerlendiren kolay ve anlaşılır bir kavramdır. Verimlilik puanlarının hesaplanmasında en önemli faktör, bir takımın kazanmasında etkili olan istatistiklerin belirlenmesidir. Serbest atış, başarılı serbest atış, şut yüzdesi, ribaund ve fauller vb. gibi takım istatistikleri puanların hesaplanmasında kullanılan önemli değişkenler olarak tanımlanmıştır [3]. Ancak, EuroBasket gibi popüler bir basketbol organizasyonuna ilişkin yapılan analizlerde verimlilik puanlarını inceleyerek takımların performansını hesaplayan istatistiksel modellerin kullanıldığı çalışmalara literatürde rastlanmamıştır.

EuroBasket, Uluslararası Basketbol Federasyonu (FIBA) tarafından Avrupa ülkeleri erkek basketbol takımları arasında düzenlenen bir basketbol şampiyonasıdır. İlk kez 1935'te olmak üzere, 1947'den bu yana her iki yılda bir

düzenlenmektedir. Dünya Basketbol Şampiyonası için bir ön eleme turnuvası olma özelliği, EuroBasket'in en çok izlenen basketbol turnuvalarından biri olmasına neden olmuştur. EuroBasket turnuvasının istatistikleri incelendiğinde, Türkiye'nin birçok turnuvada ilk ona girerek çok sayıda ülkeyi geride bıraktığı görülmektedir.

EuroBasket, Avrupa ve Türkiye'deki en iyi takımların oyuncularının oynadığı bir turnuva haline gelmiştir. Her bir EuroBasket turnuvasında rekabet içerisinde olan takımlar farklılık göstermektedir. Literatürde, EuroBasket'e katılan takımların istatistiksel verilerini kullanarak nicel analiz yapan sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Vaquera ve arkadaşları [4] EuroBasket 2011 Şampiyonası'nda maç boyunca hakemlerin fiziksel kondüsyonları değerlendirilmiştir. Lesjak ve arkadaşları [5] trafik sıkışıklığı ve park etme sorunlarını, EuroBasket 2013'ün neden olduğu yüksek düzeyde olumsuz sosyal etkiler olarak tanımlamıştır. Çetin ve Eren [6], EuroBasket 2015 için çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanarak oyun kurucu seçimi yapmışlardır. Gudaityte ve arkadaşları [7] 2007-2013 EuroBasket turnuvalarının farklı ülkelerdeki ekonomik ve sosyo-kültürel faydalarını analiz etmişlerdir. Gryko ve arkadaşları [8] EuroBasket 2015 turnuvasında elit basketbol oyuncularının şut performanslarını yapısal analiz ile incelemiştir. Conte ve Lukonaitiere [9], EuroBasket 2017'de maçları kümeleme analizi ile gruplandırarak kazanan ve kaybeden bayan basketbol takımları arasında

farklılık gösteren skorlama stratejilerini incelemiştir.

Bu çalışmada, önceki çalışmalardan farklı olarak, EuroBasket şampiyonasında oynayan takımların verimlilik puanları Doğrusal Karma Etkiler Modelleri (DKEM) kullanılarak incelenmiştir. DKEM, aynı birimlerden zaman boyunca elde edilen tekrarlı ölçümler niteliğinde olan uzun süreli verilerin (longitudinal data) detaylı olarak analizini sağlayan ve kayıp gözlem durumunda bile kullanılan bir istatistiksel analiz yöntemidir [10]. Literatürde, DKEM, EuroBasket verilerinin analiz edilmesinde daha önceden hiç kullanılmamıştır. Bu çalışmanın amaçları, EuroBasket şampiyonasındaki takımların performanslarını verimlilik puanları ile değerlendirmek ve DKEM ile takımların verimlilik puanlarının zaman boyunca değişimini yorumlamaktır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Araştırma grubu

Araştırma grubunu EuroBasket şampiyonasında 2007-2017 yılları arasında 6 sezonda oynayan toplam 20 basketbol takımı oluşturmaktadır. EuroBasket'in her sezonunda rekabet içinde olan takımlar farklılık gösterdiğinden ve bu çalışmanın amacının zaman boyunca tekrarlı olarak alınan ölçümlerin analizinde kullanılan DKEM'leri ile takımların başarısını incelemek olduğundan, bu çalışmada EuroBasket'e sık katılan ülkelerin verileri incelenmiştir. EuroBasket verilerinin zaman boyunca değişiminin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ($H_0: \beta_1(\text{zaman})=0$) test edilmiştir.

2.2. Verilerin elde edilmesi

Araştırma grubuna katılan takımların müsabaka istatistikleri Uluslararası Basketbol Federasyonu (FIBA)'nın <http://achieve.fiba.com> resmi internet sitesinden alınmıştır. EuroBasket'te oynanmış maçlar ve bu maçlarda tutulan tüm veriler online yayınlanmaktadır.

Takımların verimlilik puanlarını hesaplamak için kullanılan Eş. 1'deki Hollinger Oyun Skoru formülüne göre bu çalışmada 12 farklı değişkenin 6 sezon verileri toplanmıştır. Eş. 1'e göre her bir sezon için verimlilik puanının hesaplanmasında 12 farklı değişken için o sezona ait verilerin ortalamaları kullanılmıştır. Sezon ortalamaları, incelenen değişkenin sezon

puanının maç sayısına bölünmesi ile bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Verimlilik Puanı} & \quad (1) \\ & = \text{Sayı} + (\text{Toplam Başarılı Atış} * 0.4) \\ & - (\text{Toplam Atış} * 0.7) - ((\text{Serbest Atış} \\ & - \text{Başarılı Serbest Atış}) * 0.4)) \\ & + (\text{Hücum Ribaundu} * 0.7) \\ & + (\text{Savunma Ribaundu} * 0.3) \\ & + (\text{Top Çalma} * 1.0) + (\text{Asist} * 0.7) \\ & + (\text{Blok} * 0.7) - (\text{Faul} * 0.4) \\ & - (\text{Top Kaybı} * 1.0) \end{aligned}$$

Eş. 1'de kullanılan değişkenler aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

Sayı (S): Topun çemberin içinde kalması veya geçmesi ile elde edilen sayıdır.

Toplam başarılı atış (TBA): 2 veya 3 sayı yapmak amacıyla yapılan atışlardan sayı olanların toplamıdır.

Toplam atış (TA): 2 veya 3 sayı yapmak amacıyla yapılan atışların toplamıdır.

Serbest atış (SA): Serbest atış alanından müdahalesiz kullanılan atıştır.

Başarılı serbest atış (BSA): Serbest atış alanından kullanılan atışların çemberden geçmesi sonucu elde edilen sayıdır.

Hücum ribaundu (HR): Hücum eden takımın sayı yapmak için çembere attığı atış sonrası topun çemberden veya çarpma levhasından sekerek tekrar hücum eden takım tarafından kontrol altına alınmasıdır.

Savunma ribaundu (SR): Hücum eden takımın sayı yapmak için çembere attığı atış sonrası topun çemberden veya çarpma levhasından sekerek savunma eden takım tarafından kontrol altına alınmasıdır.

Top çalma (TÇ): Oyun oynanırken rakip takımın topunu kapmaktır.

Asist (A): Takım arkadaşına sayı yapılması için verilen pastır.

Blok (B): Hücum oyuncusunun yaptığı atışta rakip takımın savunma oyuncusu tarafından topun çembere gidişini engellemesidir.

Faul (F): Oyun oynanırken kuralların ihlal edilmesidir.

Top kaybı (TK): Topu rakibe kaptırma, topu hatalı sürme, hatalı yürüme vb. gibi oyunda

yapılan hatalardan dolayı top hâkimiyetini kaybetme sayısıdır.

2.3. Verilerin analizi

Araştırma grubundan elde edilen verilerin analizi SAS 9.4 istatistik paket programı yardımıyla yapılmıştır. Araştırmanın amaçları doğrultusunda yapılan analizlerde tanımlayıcı istatistikler ve DKEM kullanılmıştır. Analizlerde anlamlılık düzeyi %5 olarak belirlenmiş ve sonuçlar buna göre yorumlanmıştır.

2.4. Doğrusal karma etkiler modelleri (DKEM)

EuroBasket şampiyonasına 2007-2017 yılları arasında katılan toplam 20 takımın 6 sezona göre elde edilen verimlilik puanları DKEM'nin iki özel durumu olan Rasgele Kesim Noktalı DKEM (RK-DKEM) ve Rasgele Kesim Noktalı ve Eğimli DKEM (RKE-DKEM) ile analiz edilmiştir. Bu iki model, özellikle uzun süreli verilerin analizi için son yıllarda sık kullanılan karma modellerdir. RK-DKEM, DKEM'nin en basit yapısı olarak bilinir. RK-DKEM'de rasgele etki (b_{0i}) sadece kitle kesim noktasına; yani sabit etkiye (β_0) eklenmektedir. RKE-DKEM'de hem sabit etkiye (β_0) hem de kitle eğimine; yani zaman etkisine (β_1) eklenen iki rasgele etki (b_{0i} , b_{1i}) vardır. DKEM'de sabit etkiler (β_0 ve β_1) araştırmaya katılan tüm birimler üzerinden hesaplanan genel trendi ifade eder. Rasgele etkiler ise, birim-özel trendlerin genel trendden ne kadar farklı olduğunu gösterir. ($\beta_0 + b_{0i}$), birim-özel trendin kesim noktasını ve ($\beta_1 + b_{1i}$) birim-özel trendin eğimini verir. DKEM'nin temel varsayımları, $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$, $b_{0i} \sim N(0, \sigma_{b_0}^2)$, $b_{1i} \sim N(0, \sigma_{b_1}^2)$ ve $Cov(b_{0i}, b_{1i}) = \sigma_{b_0 b_1}^2 \neq 0$ 'dır [10,11].

Bu çalışmada kullanılan RK-DKEM ve RKE-DKEM, sırasıyla, Eş. 2 ve Eş. 3'teki gibi ifade edilmektedir.

$$V.Puan_{ij} = (\beta_0 + b_{0i}) + \beta_1 \times zaman_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad i=1, \dots, 20; j=1, \dots, 6 \quad (2)$$

$$V.Puan_{ij} = (\beta_0 + b_{0i}) + (\beta_1 + b_{1i}) \times zaman_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad i=1, \dots, 20; j=1, \dots, 6 \quad (3)$$

Eş. 2 ve Eş. 3'te, $V.Puan_{ij}$, i. takımın j. zaman noktasında ölçülen verimlilik puanı; $zaman_{ij}$, verimlilik puanının ölçüldüğü zaman noktası ve ε_{ij} , hata terimidir. β_0 ve β_1 , tüm takımların verimlilik puanları üzerinden hesaplanan genel

trendin kesim noktasını ve eğimini ifade eder. b_{0i} ve b_{1i} , i. takımın takım-özel rasgele etkileridir ve i. takımın kitle kesim noktasından ve eğiminden ne kadar saptığını gösterir. Uzun süreli çalışmalarda aynı birimlerin zaman boyunca ölçülen tekrarlı ölçümlü verileri arasında ilişki olması beklenir. Uzun süreli verilerin varyans-kovaryans yapısının belirlenmesi parametre tahmini ve model kurulumu açısından önemlidir. Yapısal olmayan, bileşik simetri, birinci dereceden otoregresif (AR1) ve bir bağımlı varyans-kovaryans yapıları (MA1) ile sık karşılaşılmaktadır. Yukarıda belirtilen varyans-kovaryans yapılarının yanısıra, tekrarlı ölçümlerin ilişkili olmadığı varsayımı da yapılabilir, ancak bu varsayım uzun süreli çalışmalar için sık karşılaşılan bir durum değildir [10].

DKEM'de parametre tahminleri için en çok olabilirlik veya kısıtlandırılmış en çok olabilirlik tahmin yöntemleri kullanılabilir. Ancak kısıtlandırılmış en çok olabilirlik tahmin yöntemi daha tutarlı sonuçlar vermektedir [10]. Bu çalışmada, RK-DKEM ve RKE-DKEM modellerinde parametre tahminleri için kısıtlandırılmış en çok olabilirlik yöntemi kullanılmıştır.

Uzun süreli çalışmalarda tekrarlı ölçüm yapısına en uygun modelin kararlaştırılmasında AIC, BIC ve uyum iyiliği testlerinden yararlanılmaktadır. En küçük bilgi kriteri en uygun modeli vermektedir [10, 11].

3. Bulgular

Çalışmamızdaki verilere göre takımların 2007 – 2017 yılları arasında EuroBasket'te oynanan son 6 sezon verimlilik puanları için tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1'de 2007-2017 yılları arasında EuroBasket'te oynayan 20 takımın son 6 sezon üzerinden hesaplanan verimlilik puan ortalamaları gösterilmiştir. Takımlar ortalama verimlilik puanlarına göre en yüksekte en düşüğe doğru sıralanmıştır. Verimlilik puan ortalamalarına bakıldığında, 20 takım arasında Türkiye'nin 11. sırada yer aldığı görülmektedir. En yüksek verimlilik puan ortalaması İspanya erkek milli basketbol takımına aittir. Bunu sırasıyla, Fransa ve Slovenya erkek milli basketbol takımları izlemektedir. Buna karşın, en düşük verimlilik puan ortalaması Büyük Britanya erkek milli basketbol takımınındır.

Tablo 1. 2007-2017 yılları arasında EuroBasket'te oynayan 20 takımın son 6 sezon verimlilik puanları için tanımlayıcı istatistikleri

No.	Takım	Ortalama	SS	En düşük	En yüksek
1	<i>İspanya</i>	780,82	85,91	688,3	915,7
2	<i>Fransa</i>	626,45	105,47	483,4	756,4
3	<i>Slovenya</i>	612,77	153,53	354,3	803,6
4	<i>Sırbistan</i>	607,83	217,29	174,9	745,3
5	<i>Yunanistan</i>	592,18	90,56	524,8	768,7
6	<i>Litvanya</i>	579,27	140,50	376,2	765,3
7	<i>Rusya</i>	537,02	175,29	313,5	747,2
8	<i>Hırvatistan</i>	520,47	158,42	347,4	716,6
9	<i>İtalya</i>	485,14	157,89	312,5	660,1
10	<i>Finlandiya</i>	447,98	31,90	418,1	484,1
11	<i>Türkiye</i>	413,63	113,89	287,5	584,8
12	<i>Almanya</i>	395,95	92,87	305,7	508,5
13	<i>Makedonya</i>	395,60	198,12	266,1	689,3
14	<i>Letonya</i>	389,10	207,72	138,6	622,9
15	<i>Gürcistan</i>	368,30	40,02	319,3	413,5
16	<i>Çek Cumhuriyeti</i>	339,55	192,16	181,5	615,7
17	<i>Karadağ</i>	333,57	67,80	280,7	410,0
18	<i>Belçika</i>	328,13	85,77	212,4	406,3
19	<i>Bosna Hersek</i>	282,00	40,80	241,4	323,0
20	<i>Büyük Britanya</i>	267,78	94,43	134,4	356,5

Tablo 2'de yıllara göre genel verimlilik puan ortalamaları, standart sapmaları, en düşük ve en yüksek puanlar gösterilmektedir. En düşük genel verimlilik puan ortalaması ($451,7 \pm 189,2$) 2007 yılında ve en yüksek genel verimlilik puan ortalaması ($521,96 \pm 216,3$) 2011 yılında hesaplanmıştır. EuroBasket'in 20 takım için son 6 sezon boyunca hesaplanan tüm verimlilik puanları incelendiğinde, en yüksek verimlilik puanı (915,7) 2011 yılında İspanya takımına ve

en düşük verimlilik puanı (134,4) 2009 yılında Büyük Britanya takımına aittir. İspanya erkek milli basketbol takımı 2007, 2011, 2013 ve 2017 yıllarında olmak üzere toplam 4 kez son 6 sezon en yüksek verimlilik puanına sahiptir.

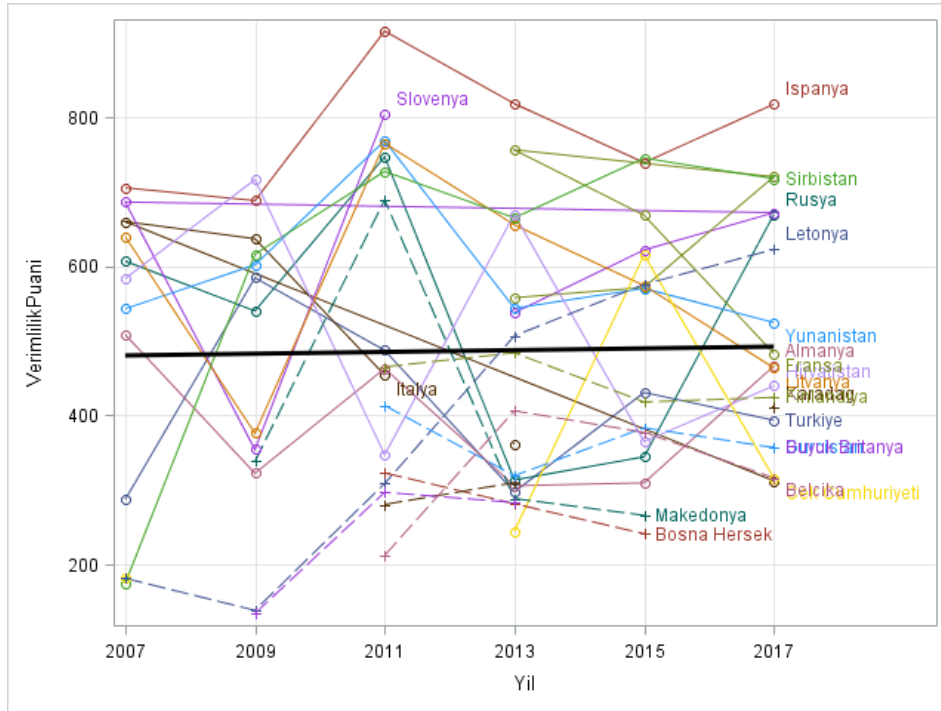
Tablo 2'deki yıllara göre genel ortalama verimlilik puanları incelendiğinde, 2007 yılından 2017 yılına kadar verimlilik puan ortalamalarının durağan olmadığı

görülmektedir. Bununla beraber, zaman boyunca sürekli artan veya sürekli azalan bir eğilim de göstermemektedir. Tablo 2'de Türkiye basketbol takımının da 2007-2017 yılları arası EuroBasket verimlilik puanları gösterilmiştir. Genel ortalama verimlilik puanları ile karşılaştırıldığında, Türkiye basketbol takımının 2009 yılında genel ortalamasının üzerinde

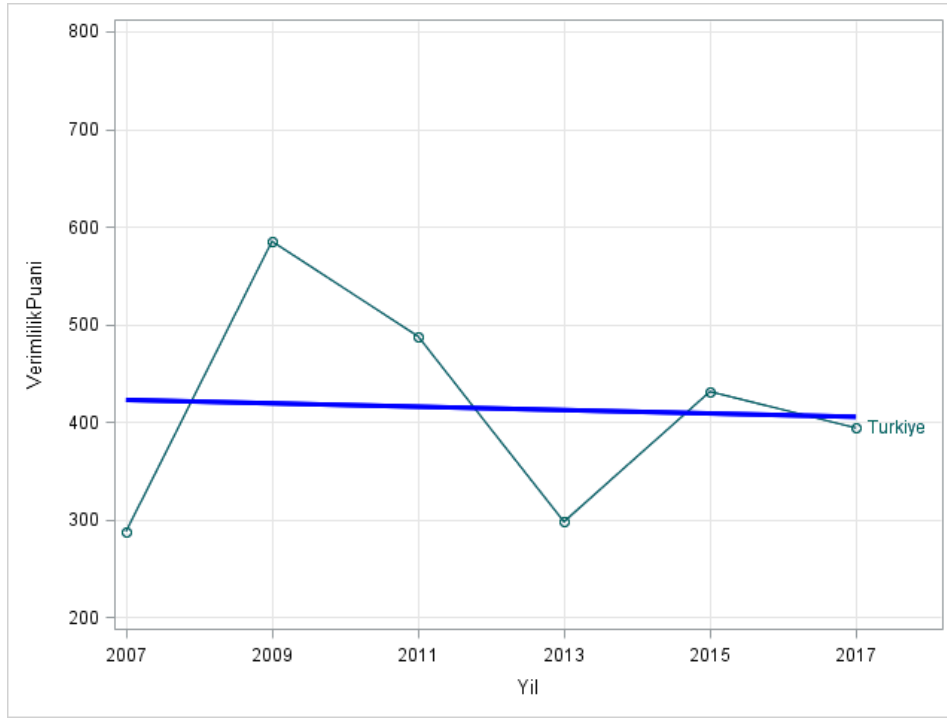
verimlilik puanına (584,8) sahip olduğu görülmektedir. Diğer sezonlarda ise Türkiye'nin verimlilik puanı tüm takımlar üzerinden hesaplanan genel verimlilik ortalamasının altındadır. En düşük verimlilik puanlarına bakıldığında, Türkiye son 6 sezonda en düşük verimlilik puanına sahip bir ülke olmamıştır.

Tablo 2. 2007-2017 yılları arasında EuroBasket verimlilik puan istatistikleri

	2007	2009	2011	2013	2015	2017
<i>Ortalama</i>	451,65	480,97	521,96	474,89	478,76	502,12
<i>St.Sapma</i>	189,20	197,43	216,25	191,00	162,29	158,48
<i>En düşük</i>	174,90 (Sırbistan)	134,4 (B. Britanya)	212,40 (Belçika)	244,70 (Çek Cum.)	241,40 (Bosna Hersek)	316,3 (Çek Cum.)
<i>En yüksek</i>	705,60 (İspanya)	716,6 (Hırvatistan)	915,70 (İspanya)	818,30 (İspanya)	745,30 (Sırbistan)	817,7 (İspanya)
<i>Türkiye</i>	287,5	584,8	487,5	297,5	430,9	393,6



Şekil 1. 2007-2017 yılları arasında 20 ülkenin erkek milli basketbol takımlarının verimlilik puanlarının saçılım grafiği



Şekil 2. 2007-2017 yılları arasında Türkiye erkek milli basketbol takımının verimlilik puanlarının saçılım grafiği

Şekil 1’de 2007-2017 yılları arasında 20 ülkenin erkek milli basketbol takımlarının verimlilik puanlarının zaman boyunca grafiği gösterilmektedir. Tüm takımların verimlilik puanları üzerinden hesaplanan genel trend kalın siyah çizgi ile gösterilmiştir. Verimlilik puanları zaman boyunca çok fazla değişim göstermemektedir.

Şekil 2’de Türkiye erkek milli basketbol takımının EuroBasket’te son 6 sezon verimlilik puanları gösterilmektedir. Türkiye’nin EuroBasket’te verimlilik puanlarının gösterdiği takım-özel trend kalın koyu mavi çizgi ile gösterilmiştir. Türkiye’nin de verimlilik puanlarının zaman boyunca çok değişim göstermediği yorumu yapılabilir.

Bu çalışmada DKEM’nin kullanılacağına karar verebilmek için verilerin dağılımı incelenmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğunun araştırılması amacıyla Kolmogrov-Smirnov (K-S) testinden yararlanılmıştır. Takımların verimlilik puanlarının normal dağılım

göstermediği bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu nedenle, DKEM için temel varsayım olan verilerin normal dağılımı karekök dönüşümü ile sağlanmıştır ($K-S=0,085$, $sd=101$, $p=0,07$). Tablo 3’te takımların 2007-2017 yılları arasında 6 sezon verimlilik puanlarının RK-DKEM ve RKE-DKEM ile analiz sonuçları gösterilmiştir. Analizde tekrarlı ölçümler arasında otokorelasyon olmadığı durum, bileşik simetri (CS), AR1 ve MA1 durumları incelenmiştir. Tekrarlı ölçümler arasında yapısal olmayan ilişki varsayımı altında yakınsama sağlanamadığından parametre tahminleri elde edilememiştir.

Tablo 3’te Bayesci Bilgi Kriterine (BIC) göre bu çalışmada ülkelerin 2007-2017 yılları arasında zaman boyunca elde edilen 6 sezon verimlilik puanlarının analizi için otokorelasyonun olmadığı varsayımı altında RK-DKEM’nin kullanılmasının diğer alternatiflere (RKE-DKEM) göre daha uygun olduğu saptanmıştır (BIC=562,9). Takım-özel verimlilik puanlarının genel trendin kesim noktasından istatistiksel olarak anlamlı olan farklı kesim noktalarına

sahip olduğu bulunmuştur. Takım-özel trendlerin zaman boyunca eğilimi tüm verimlilik puanlarına göre hesaplanan genel trendin eğiliminden farklı olmadığı bulunmuştur.

Tablo 3'te elde edilen uyum iyiliği sonuçlarına göre, verimlilik puanlarının analizi için kullanılan RK-DKEM Eş. 4'teki gibidir.

$$\sqrt{V.Puan_{ij}} = (\beta_0 + b_{0i}) + \beta_1 \times zaman_{ij} + \varepsilon_{ij}, \quad i=1, \dots, 20; j=1, \dots, 6 \quad (4)$$

Tablo 3. Model varsayımlarına göre uyum iyiliği istatistikleri

Otokorelasyon yapısı	Uyum iyiliği istatistikleri	RK-DKEM	RKE-DKEM
<i>Yok</i>	-2 LL	556,9	552,6
	AIC	560,9	560,6
	BIC	562,9	564,5
<i>CS</i>	-2 LL	556,9	552,6
	AIC	562,9	562,6
	BIC	565,9	567,5
<i>AR1</i>	-2 LL	554,6	552,5
	AIC	560,7	562,5
	BIC	563,6	567,5
<i>MA1</i>	-2 LL	555,0	552,5
	AIC	561,0	562,5
	BIC	564,0	567,5

Tablo 4. RK-DKEM analiz sonuçları

Parametre	Tahmin	St. Hata	t	p> t
β_0	19,97	1,06	18,94	<,001*
β_1 (zaman)	0,35	0,21	1,69	0,10

Parametre	Tahmin	St. Hata	Z	p>Z
$\sigma_{b_0}^2$	8,20	3,43	2,39	0,01*

*: p<0,05

Tablo 4'te otokorelasyonun olmadığı varsayımı altında RK-DKEM ile analiz sonuçları gösterilmektedir. Tablo 4'te, sırasıyla kitle kesim noktasının, zamanın ve rasgele kesim noktasının varyansının etkisinin olmadığını ifade eden $H_0: \beta_0=0$, $H_0: \beta_1=0$ ve $H_0: \sigma_{b_0}^2=0$ hipotezleri test edilmiştir. Tablo 4'te verimlilik puanlarının analizi için kullanılan Eş. 4'teki RK-DKEM'ne göre kitle kesim noktasının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($\hat{\beta}_0=19,97$, $p<0,05$) ve zamanın verimlilik puanları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur ($\hat{\beta}_1=0,35$, $p>0,05$). Zaman boyunca verimlilik puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı bir değişim bulunmamıştır. Tablo 4'te Eş. 4'teki

RK-DKEM'de rasgele kesim noktası özel rasgele kesim noktalarının istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu bulunmuştur ($p<0,05$).
 b_{0i} ($i=1,\dots,20$)'nin varyansı $\sigma_{b_0}^2$ 'nin istatistiksel olarak anlamlı olduğu, bir başka deyişle, takım-

Tablo 5. Rasgele kesim noktaları tahmin (\hat{b}_{0i}) sonuçları

Takım	Parametre Tahmini	St. Hata	t	p
<i>Almanya</i>	-1,14	1,36	-0,84	0,40
<i>Belçika</i>	-2,66	1,53	-1,73	0,09
<i>Bosna Hersek</i>	-3,18	1,66	-1,91	0,06
<i>Büyük Britanya</i>	-3,85	1,53	-2,52	0,01*
<i>Çek Cumhuriyeti</i>	-2,57	1,53	-1,68	0,10
<i>Finlandiya</i>	-0,28	1,53	-0,18	0,86
<i>Fransa</i>	3,09	1,36	2,28	0,03*
<i>Gürcistan</i>	-1,77	1,53	-1,15	0,25
<i>Hrvatistan</i>	1,15	1,36	0,85	0,40
<i>İspanya</i>	5,51	1,36	4,07	<0,001*
<i>İtalya</i>	0,40	1,43	0,28	0,79
<i>Karadağ</i>	-2,26	1,67	-1,36	0,18
<i>Letonya</i>	-1,75	1,36	-1,29	0,20
<i>Litvanya</i>	2,24	1,36	1,65	0,11
<i>Makedonya</i>	-1,27	1,53	-0,83	0,41
<i>Rusya</i>	1,40	1,36	1,04	0,30
<i>Sırbistan</i>	2,43	1,36	1,80	0,08
<i>Slovenya</i>	2,78	1,36	2,05	0,04*
<i>Türkiye</i>	-0,82	1,36	-0,61	0,55
<i>Yunanistan</i>	2,54	1,36	1,87	0,07

*: $p<0,05$

Tablo 5'te Eş. 4'teki RK-DKEM'ne göre her bir takımın birim-özel etkilerini ifade eden rasgele kesim noktalarının tahminleri (\hat{b}_{0i}) gösterilmiş ve bu tahminlerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı ($H_0:b_{0i}=0$) test edilmiştir. Büyük Britanya ($\hat{b}_{020}=-3,85$, $p<0,05$), Fransa ($\hat{b}_{02}=3,09$, $p<0,05$), İspanya ($\hat{b}_{01}=5,51$, $p<0,05$) ve Slovenya

($\hat{b}_{03}=2,78$, $p<0,05$) ülkelerinin erkek milli basketbol takımlarının takım-özel rasgele kesim noktalarının parametre tahminleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Büyük Britanya takımının verimlilik puanlarının gösterdiği takım-özel trendin kesim noktasının genel trendin kesim noktasından 3,85 puan daha

düşük olduğu, buna karşın Fransa, İspanya ve Slovenya takımlarının takım-özel trendlerinin kesim noktalarının genel trendin kesim noktasından sırasıyla, 3,09, 5,51 ve 2,78 puan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır ($p<0,05$).

Türkiye erkek milli basketbol takımının zaman boyunca gösterdiği takım-özel trendin kesim noktası genel trendin kesim noktasından 0,82 puan daha düşüktür ve bu istatistiksel olarak anlamlı değildir ($p>0,05$). Tüm takımların verimlilik puanları üzerinden hesaplanan genel trend ile karşılaştırma yapılmak istendiğinde, genel trendin kesim noktası ile takım-özel trendin kesim noktası arasındaki en büyük farklılık İspanya takımında görülmüştür ($\hat{b}_{01}=5,51, p<0,05$). İspanya erkek milli basketbol takımının takım-özel trendinin kesim noktası 5,51 puan daha yüksektir. Bir başka deyişle, yüksek kesim noktası bakımından başarı incelenmek istenirse, İspanya erkek milli basketbol takımının en başarılı takım olduğu söylenebilir. Bunu sırasıyla, Fransa ve Slovenya erkek milli basketbol takımları takip etmektedirler.

4. Sonuç ve Tartışma

DKEM'ler, uzun süreli verilerin analizi için klasik regresyon analizine alternatif olarak 1980'li yıllarda geliştirilmiş bir yöntemdir. RK-DKEM'in en büyük avantajı zaman boyunca toplanan veriler arasındaki otokorelasyonu dikkate alarak parametre tahmini yapabilmesidir. EuroBasket verileri için yapılan çalışmaların literatür incelemesi sonucunda, t-testi, ANOVA vb. gibi basit istatistiksel yöntemlerin kullanıldığı ve ülkelerin basketboldaki gelişimlerinin zamana göre değişiminin incelendiği bir çalışmanın olmadığı saptanmıştır. Bu çalışmanın sonunda, aynı zamanda, ülkelerin birim-özel etkileri detaylıca incelenmiştir.

EuroBasket'te 2007-2017 yılları arasında son 6 sezon verimlilik puanlarının DKEM ile analiz sonuçlarına göre en uygun modelin takımların takım-özel rasgele eğimlerin olmadığı RK-DKEM olduğu bulunmuştur. İncelenen 20 takımın takım-özel rasgele eğimlerinin modelde yer almaması, 20 takımın verimlilik puanlarının zaman boyunca birbirinden farklı değişimlere sahip olmadığı anlamına gelmektedir. Türkiye erkek milli basketbol takımının verimlilik puanları zaman boyunca azalan bir trende

sahiptir. Türkiye, 2009 yılı dışında diğer 5 sezonda verimlilik puanları genel ortalamanın altındadır. Bu çalışmada olduğu gibi, ulusal ve uluslararası literatürde FIBA EuroBasket şampiyonasına katılan ülkelerin verimlilik puanları bakımından başarısının DKEM ile analizine rastlanmamıştır.

EuroBasket'te takımların 2007-2017 verimlilik puanlarının DKEM ile analizinde parametre tahmini için kısıtlandırılmış en çok olabilirlik yöntemi kullanılmıştır. En çok olabilirlik tahmin yöntemi ile de analiz yapılmış, fakat elde edilen analiz sonuçları ile yapılan yorumların bu çalışmada bulunan sonuçlardan yapılan yorumlardan çok farklı olmadığı görülmüştür. Bu nedenle, en çok olabilirlik yöntemine göre daha tutarlı parametre kestirimleri veren kısıtlandırılmış en çok olabilirlik tahmin yöntemi tercih edilmiştir.

Bu çalışmada verimlilik puanlarının DKEM ile analiz edilmesi amaçlandığından, DKEM'nin temel varsayımı olan normal dağılım koşulu karekök dönüşümü ile sağlanmıştır. Sonraki çalışmalarda, normal dağılım koşulunun gerekli olmadığı Genelleştirilmiş DKEM [11] ile takımların zaman boyunca değişimi incelenebilir.

DKEM, aynı birimlerden zaman boyunca alınan tekrarlı ölçümleri analiz eden istatistiksel bir modeldir. Modele rasgele-etkilerin eklenmesi ile analiz edilen birimlerin tekrarlı ölçümlerinin zaman boyunca değişimi birim-özel olarak ifade edilebilmektedir. RK-DKEM'de sadece sabit etkiye ve RKE-DKEM'de sabit etkiye ve zaman etkisine eklenen iki rasgele etki mevcuttur. RK-DKEM'de sadece rasgele kesim noktasının olması, her bir birimin zaman boyunca gösterdiği değişimi ifade eden trendin tüm birimler üzerinden hesaplanan ve tüm birimlerin bir bütün olarak zaman boyunca gösterdiği değişimi ifade eden genel trendden farklı olmadığı anlamına gelmektedir. Şekil 1 ve Şekil 2'de görüldüğü gibi, 2011 yılından bu yana, çalışmaya alınan 20 ülkenin verimlilik puanlarının zaman boyunca beraber gösterdiği değişim ile Türkiye'nin verimlilik puanlarının zaman boyuncaki değişiminin farklı olmadığı ve aynı durumun Türkiye verisi için de geçerli olduğu görülmüştür. Şekil 1 ve Şekil 2'deki kalın çizgi ile ifade edilen trendler bu sonucu göstermektedir. Bu çalışmada, FIBA EuroBasket 2007-2017 yılları arasında verimlilik puanlarının

incelenmesi için uzun süreli çalışmaların analizinde sık kullanılan DKEM kullanılmıştır. DKEM ile hem incelenen takımların verimlilik puanları bir bütün olarak hem de Türkiye'nin takım-özel verimlilik puanlarının zaman boyunca değişimi incelenmiştir. Çalışmada incelenen veriler için en uygun modelin RK-DKEM olduğu saptanmıştır. DKEM'lerine alternatif olarak, her bir zaman noktasındaki EuroBasket verimlilik puanları ayrı olarak klasik regresyon modeli analiz edilebilir. Ancak bu hatalı ve yanlış sonuçlara götürür. Bu nedenle RK-DKEM yöntemi uygun bir yöntem olarak düşünülmüştür.

Buna göre, Türkiye'nin zaman boyunca gösterdiği takım-özel trendin eğimi genel trendin eğiminden çok farklıdır. Bu bulgu Tablo 4'teki zamana ait olan beta katsayısının ve Tablo 5'te Türkiye'ye ait olan rasgele kesim noktası parametresinin istatistiksel olarak anlamsız bulunmaları sonucunda elde edilmiştir. Türkiye'nin verimlilik puanlarının zaman boyunca istatistiksel olarak anlamlı bir değişim göstermediği bulunmuştur. DKEM zamanın tekrarlı ölçümler üzerindeki etkisinin incelenmesi için gerekli olan bir modeldir. DKEM ve çeşitleri dışında zaman boyu değişim analiz edilemez. Türkiye erkek milli basketbol takımının verimlilik puanlarının zaman boyunca değişimi tüm takımların bir bütün olarak gösterdiği değişimden farklıdır. 2009 yılındaki sezon dışında diğer 5 sezonda Türkiye basketbol takımının EuroBasket verimlilik puanının diğer takımlar üzerinden hesaplanan genel ortalama verimlilik puanlarının altındadır. FIBA EuroBasket'te en başarılı takım İspanya erkek milli basketbol takımındır. Bunu sırasıyla, Fransa ve Slovenya erkek milli basketbol takımları izlemektedir.

Kaynakça

- [1] Berri, D.J. 1999. Who is 'Most Valuable'? Measuring the Player's production of wins in the National Basketball Association, *Managerial and Decision Economics*, Cilt. 20, s. 411-427.
- [2] Berri, D.J., Schmidt, M.B. 2002. Instrumental versus bounded rationality: A comparison of Major League Baseball and the National Basketball Association, *Journal of Scio-Economics*, Cilt. 31, s. 191-214.
- [3] Harbili E, Yalçın YG, Harbili S. 2009. Türkiye Basketbol Ligi takımlarının farklı sezonlardaki verimlilik oranlarının karşılaştırılması, *Hacettepe J. of Sport Sciences*, Cilt. 20 (3), s. 97-103.
- [4] Vaquera, A., Renfree, A., Thomas, G., Gibson, A.C., Gonzalez, J.C. 2009. Heart rate responses of referees during the 2014 Eurobasket Championship, *Journal of Human Sport&Exercise*, Cilt. 9(1), s. 43-48.
- [5] Lesjak, M., Axelsson, E.P., Uran, M. 2014. The perceived social impacts of the EuroBasket 2013 on Koper residents, *Academica Turistica*, Cilt. 7 (2), s. 53-68.
- [6] Çetin, B., Eren, T. 2016. Türkiye erkek milli basketbol takımına EuroBasket 2015 için oyun kurucu seçimi, *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt. 7 (13), s. 201-227.
- [7] Gudaityte, G., Jasinskas, E., Balciunas, M., Streimikiene, D. 2016. Evaluation of the legacy of a sporting event: a case of EuroBasket 2007-2013, *Transformations in Business&Economics*, Cilt. 15 (2), s. 33-45.
- [8] Gryko, K., Mikolajec, K., Maszczyk, R.C., Adamczyk, J.G. 2018. Structural analysis of shooting performance in elite basketball players during FIBA EuroBasket 2015, *International J. of Performance Analysis in Sport*, Cilt. 18 (2), s. 380-392.
- [9] Conte, D., Lukonaitiere, I. 2018. Scoring strategies differentiating between winning and losing teams during FIBA EuroBasket Women 2017, *Sports (Basel)*, Cilt. 6 (2), s. 50.
- [10] Laird, N.M., Ware, J.H. 1982. Random-Effects models for longitudinal data, *Biometrics*, 38, 963-974.
- [11] Hedeker, D., Gibbons, R.D. 2006. *Longitudinal Data Analysis*. Wiley Series in Probability and Statistics, 378s.