SİMPLİŞIL PROFİNİTE GRUBUN TAMAMLANIŞI VE EŞHOMOLOJİ

Ali MUTLU, Berrin MUTLU, Melike SELİMGİL

Özet - **Simplişıl grup kategorisinden simplişıl pro-p grup kategorisine olan p-tamlanış fanktörünü inceleyeceğiz. Artin-Mazur'un elde ettiği yöntemle elde edilen Zeeman kıyas teoremini kullanarak tamlanış ve faybreyşının bir sonucu ispatlanır. Bundan dolayı [8]'de ifade edilen ana theoremin ispatı verilir.**

Anahtar Kelimeler - **Simplişıl Grup, p-tamlanış**

Abstract - **We study the p-completion functor from the category of simplicial group to the category of simplicial pro-p group . Then we use Zeeman's comparison theorem in the way indicated by Artin-Mazur a result is introduced on thecompability of completion and fibrations. Therefore the main theorem is expressed in [8], which is proven.**

Keywords - **Simplicial group, p-completion**

I. GİRİŞ

Eğer G, her boyuttaki sonlu çokluktaki üreteç ile birlikte serbest simplışıl grupsa, " $\wedge$ " p-tamamlayıcısını göstermek üzere, ters limitler $\pi(\hat{G})$ ye kuvvetli yakınsayan G 'nin profinite gruplarının p-alt merkezi serilerinin spektral dizisi için tamdır.

Böylece spektral dizilerin $\pi(G)$ye olan zayıf yakınsaklığı $(\pi G)^{\wedge} \overset{\circ}{\to} \pi(\hat{G})$ formülü ile ifade edilir ve ana teoremimiz bu elde edilenlerin ışığında birtakım şartlar verir. Homotopi teorisi üzerine olan çalışmalarında, pro- p homotopi nesneleri ile ilgili olan örnek teoremi ispatlayan Artin-Mazur'un metodlarında birtakım değişikler yapılarak ana teorem ifade edilir.

Simplişıl profinite gruplar kullanılarak yakınsaklık teoremlerinin farklı ispatları [8]'de verildi. [8] makalesinde oluşturulan simplişıl grupların kategorisinden simplişıl pro-p gruplar kategorisi arasındaki p-tamlanış fanktörlerini üzerinde çalışırız. Bu fanktörlerin oluşumu için gerekli olan önermeler ve onların ispatları ayrıntılı olarak verilir. [8]'de verilen ana teorem tekrar ifade edilerek onun ispatı verilir.

Celal Bayar Ünv. Fen Edebiyat Fak. Mat. Böl. B Blok Muradiye Kampüsü 45030 Manisa, e-mail: ali.mutlu@bayar.edu.tr

Bu çalışmada öncelikle ana teoremi ifadesini vererek simplışıl gruplardan simplışıl pro- p gruplara olan p-tamamlanış fanktörlerin çalışması kullanılır. Artin-Mazur'un elde ettikleri yöntemle elde edilen Zeeman'ın kıyas teoremini kullanarak tamamlanışın uygunluğu ve ana teoremde kolayca görülen faybreyşınlar üzerindeki sonuçların ispatları verilir.

II. TAMAMLAYICI VE EŞHOMOLOJİ

Bu bölümde $H^{*}(G,Z/p)$ yerine $H^{*}(G)$'yi ve $p-good$ yerine $good$'u kullanalım. Bu durumda eğer $good$ p'nin indeks kuvvetinin normal alt grubunu içeriyorsa buna grubun alt grubu denir.

ÖNERME 1.1: Eğer G_n, tüm n ' ler için $good$ olacak şekilde G bir simplişıl grupsa, bu taktirde G $good$'dur.

İSPAT: E_2 terimleri ve onun civarında izomorfizim olan

$$\begin{array}{ccc} \pi^{p}H^{q}(\hat{G}) & \Rightarrow & H^{p+q}(\hat{G}) \\ \downarrow & & \downarrow \\ \pi^{p}H^{q}(G) & \Rightarrow & H^{p+q}(G) \end{array}$$

şeklinde ifade edilen [8]'deki Önerme 2.1 ve Önerme 2.2 (c) spektral dizilerinin dönüşümü mevcuttur.

ÖNERME 1.2: Eğer $G \to H$ simplişıl grupların zayıf homotopik denklik ve G,H $good$ ise, bu taktirde $\hat{G} \to \hat{H}$ bir zayıf denkliktir.

İSPAT:

$$\begin{array}{ccc} H^q(\hat{H}) & \Rightarrow & H^q(H) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H^q(\hat{G}) & \Rightarrow & H^q(G) \end{array}$$

Kare diyagramda G ve H *good* olduğundan yatay çizgiler izomorfizimdir. Sol dikey çizgi de [8]'deki Önerme 2.1(a) dan dolayı izomorfizimdir. Böylece [8]'deki Whitehead teoreminden (Teorem 2.5) aşağıdaki önerme elde edilebilir.

ÖNERME 1.3: $1 \to R \to G \to H \to 1$; aşağıdaki şartları sağlamak üzere grupların tam dizisi olsun.

(i) H ve R *good*'dur.

(ii) $H^q(R)$; tüm q'lar için sonludur.

(iii) $H, H^1(R)$ üzerinde unipotently olarak etki eder. Bu taktirde

(a) $1 \to \hat{R} \to \hat{G} \to \hat{H} \to 1$; tamdır.

(b) G *good*'dur.

İSPAT: (b) Eğer (i) ve (ii) hipotezlerinden E_2 üzerindeki izomorfizim olan

$$\begin{array}{ccc} H^p(\hat{H}, H^q(\hat{R})) & \Rightarrow & H^{p+q}(\hat{G}) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H^p(\hat{H}, H^q(R)) & \Rightarrow & H^{p+q}(G) \end{array}$$

spektral dizilerinin dönüşümü varsa (b); (a) dan elde edilir.

(a)' yı ispatlamak için $\hat{R} \to \hat{G}$' nin birebir olduğunu göstermeliyiz ya da buna denk olarak eğer V, R' nin açık bir alt grubu ise, bu taktirde G'nin U alt grubu için $V \supset U \cap R$ olur. $H^1(R) = Hom\left(gr_1^p R, \mathbf{Z}/p\right)$ sonlu olduğunda; $gr_1^p R$ de sonludur. Böylece $gr_q^p R$ de sonludur. $gr_q^p R$; $L_p^q\left(gr_1^p R\right)$'nin bir bölümü olduğunda [8]'deki (1.9)'da sonludur. Buradan da $R/\Gamma_r^p R$ bir $p-grup$ dur. Herhangi bir r için $V \supset {}_r^p\Gamma R$'de olduğu gibi V'yi küçülterek G'nin eşlenik etkisi altında değişmez olduğunu kabul edebiliriz. (iii) hipotezinden G; $gr_1^p R$ üzerinde unipotently olarak etki eder. Sonuç olarak, aşikar G etkisi ile birlikte V_i/V_{i+1} ; $\mathbf{Z}/p$ olacak şekilde G'deki $R = V_0 \supset V_1 \supset \cdots \supset V_n = V$ alt grupların dizisi vardır. $U_i \cap R = V_i$ olacak şekilde G'nin açık alt gruplarının $G = U_0 \supset U_1 \mathrm{L}$ dizisini tümevarımla oluşturacağız.

$i = 1$ için $1 \to V_0/V_1 \to G/V_1 \to H \to 1$ genişlemesi $a \in H^2(H)$ elemanı ile sınıflandırılmıştır. H'ın *good* olmasında olduğu gibi $a \in Gör\left\{H^2(H/H_1) \to H^2(H)\right\}$; H_1 için H'daki açık ve normaldir. Diğer bir deyişle; karede * kartezyen olmak üzere,

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & \to & V_0/V_1 & \to & G/V_1 & \to & H & \to & 1 \\ & & & & \downarrow & * & \downarrow & & \\ 1 & \to & \mathbf{Z}/p & \to & Q & \to & H/H_1 & \to & 1 \end{array}$$

diyagramı mevcuttur ve burada V_0/V_1 ; $\mathbf{Z}/p$. Böylece H_1 üzerinde $G/V_1 \to H$ bir s bölüm homomorfizmi mevcuttur. Böylece $sH_1 \subset G/V_1$, $sH_1 \cap (V_0/V_1) = 1$ ile birlikte bir açık alt gruptur. Eğer U_1; $G \to GV_1$ dönüşümü altında sH_1'in ters görüntüsü ise, bu taktirde U_1; G deki bir açıktır ve $U_1 \cap R = V_1$. U_i' nin bulunmasıyla birisinin aynı mantığı $1 \to V_i/V_{i+1} \to U_i/V_i \to 1$ genişlemesine uygulamasıyla $U_i/V_i \subset H$ açık alt grubu elde edilir ki böylece good'dur.

LEMMA 1.4: *Good* grupların açık alt grupları *good*'dur.

İSPAT: Eğer H_1, H'daki açık ise, bu taktirde $\hat{H}_1$, $\hat{H}$'a açık ve birebir-üzerine dönüşümlerdir. $i: H_1 \to H$ bir kapsama $i_*(\mathbf{Z}/p)$ aşikar H_1 modül $\mathbf{Z}/p$' yi içeren modül iken $(i)_*(\mathbf{Z}/p) = i_*(\mathbf{Z}/p)$ olur ve böylece H *good* iken birinci dikey çizginin izomorfizim olduğunda aşağıdaki diyagramı elde ederiz.

$$\begin{array}{ccc} H^q\left(\hat{H}, i_*(\mathbf{Z}/p)\right) & ; & H^q\left(\hat{H}_1\right) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H^q\left(H, i_*(\mathbf{Z}/p)\right) & ; & H^p(H_1) \end{array}$$

Bu lemmayı ispatlar ve Önerme 1.3' ün ispatını tamamlar. +

SONUÇ 1.5: Herhangi bir sonlu üretilmiş nilpotent grup *good*'dur. Herhangi bir serbest grup da *good*'dur.

SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi
7.Cilt, 3.Sayı (Eylül 2003)

Simplişıl Profinite Grubun Tamamlanışı ve Eşhomoloji
A. Mutlu, B. Mutlu, M. Selimgil

İSPAT: G' nin sonlu üretilmiş ve nilpotent olduğunu kabul edelim. Sonlu üretilmiş abelyen grup olan gr_1G tarafından üretilen $\mathbf{Z}$ üzerindeki Lie cebiri $grG = \oplus\Gamma_r G/\Gamma_{r+1}G$ olsun. Böylece gr_qG her bir q için sonlu üretilmiş abel grupdur. Böylece biz G'nin alt merkezi serisini G_i/G_{i+1}; G aşikar etkisiyle birlikte l bir asal sayı iken, $\mathbf{Z}$ ya da $\mathbf{Z}/p$ den biri olmak üzere $G = G_0 \supset \mathrm{L} \supset G_n = 1$ normal alt grupların dizisine indirgenebilir. G/G_i'nin *good* olduğunu ispatlamak için önerme kullanılabilir. A' nın *good* ve $H^q(A)$' nın da $A = Z$ ve $\mathbf{Z}/p$ olmak üzere her bir q için sonlu olduğu bilinir. Daha sonraki durumda $\overline{W}(A)$ simplişıl sonlu cümledir. Böylece $H^q(A)$ sonludur. Eğer $1 = p$ ve $A = \hat{A}$ olduğunda A *good*'dur ve eğer $1 \neq p$ ise A *good*'dur. Çünkü $q > 0$ için $H^q(A) = 0$ olur. Eğer $A = \mathbf{Z}$ ise, bu taktirde A serbesttir. Serbest gruplar *good*'dur, çünkü eğer herhangi bir G grubu ve $q \leq 1$ için $H^q(\hat{G}) = H^q(G)$ olur ve buradan da $q \geq 2$ için eğer G serbest ise $H^q(\hat{G}) = H^q(G) = 0$ elde edilir. Bu da Sonuç 1.5 in ispatını tamamlar. +

TEOREM 1.6: $1 \to R \to G \to H \to 1$; *good* simplişıl grupların bir tam dizisi olsun. Her q için $H^q(R)$' nin sonlu olduğunu ve $\pi_0 H$'ın, onun üzerinde unipotently olarak etki ettiğini kabul edelim. Bu taktirde $\hat{R} \to Çek\{\hat{H} \to \hat{H}\}$ bir zayıf denkliktir.

LEMMA 1.7: $\mathbf{H}$; simplişıl $pro-p$ grubu olsun ve $u: A \to B$; p-asal $\pi_0\mathbf{H}$ modülünün dönüşümü olsun. Böylece

(i) $H^0(\mathbf{H}, u)$ birebir ise u birebirdir.

(ii) $H^0(\mathbf{H}, u)$ karşılıklı birebir fonksiyon ve $H^1(\mathbf{H}, u)$ birebir ise u izomorfizimdir.

İSPAT: (i) Eğer K, u'nun çekirdeği ise $0 \to H^0(\mathbf{H}, K) \to H^0(\mathbf{H}, A) \subset H^0(\mathbf{H}, B)$ tam dizisi vardır. $H^0(\mathbf{H}, K) = 0$ olur ve böylece p-asal olduğu zaman $K = 0$.

(i)' den u'nun karşılıklı birebir olduğunu biliyoruz. Böylece $C = Eşçek\,u$ kabul edilir. $C = 0$ ile birlikte

$H^0(\mathbf{H}, A) \xrightarrow{\%} H^0(\mathbf{H}, B) \to H^0(\mathbf{H}, C)$
$\to H^1(\mathbf{H}, A) \subset H^1(\mathbf{H}, B)$

tam dizisi vardır. Bu da lemmayı ispatlar. +

[10] da Spektral dizisi için Zeeman'ın mukayese teoreminin en önemli kısmı aşağıda verilmiştir.

LEMMA 1.8: $f: \left\{E_2^{pq} \Rightarrow H^{p+q}\right\} \to \left\{\overline{E}_2^{pq} \Rightarrow \overline{E}^{p+q}\right\}$ birinci quadrant, eşhomolojikıl tipinin spektral dizisinin dönüşümüdür. Eğer tüm n' ler için $H^n(f)$ izomorfizim ve $q < s$ için $E_2^{pq}(f)$ izomorfizim ise, bu taktirde aşağıdaki şartlar sağlanır.

(a) $E_2^{0s}(f)$ bir izomorfizimdir.

(b) $E_2^{1s}(f)$ birebir dönüşümdür.

İSPAT: Z_r^{pq}, $B_r^{pq} \subset E_2^{pq}$ ve E_2^{pq} ; Z_2^{pq}/B_2^{pq} olacak şekilde sırasıyla aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun.

$$Z_r^{pq} = Çek\{Z_{r-1}^{pq} \to E_{r-1}^{pq} \xrightarrow{d_{r-1}} E_{r-1}^{p+r-1,q-r+2}\}, \qquad Z_2^{pq} = E_2^{pq}$$

$$B_r^{pq}/B_{r-1}^{pq} = Gör\{E_{r-1}^{p-r+1,q+r-2} \xrightarrow{d_{r-1}} E_{r-1}^{pq}\}, \qquad B_2^{pq} = 0$$

r üzerindeki tümevarımla aynı zamanda

$$q + r - 1 \leq s \Rightarrow Z_2^{pq}, B_2^{pq}, E_2^{pq} \qquad (1.1)$$

izomorfizimdirler.

$$q < s \Rightarrow Z_2^{pq}, E_2^{pq} \qquad (1.2)$$

örtendirler. Böylece bu bağıntılar elde edilir. $E_2^{pq}(f)$'yi E_2^{pq} şeklinde kısaltırız. Yine r üzerindeki tümevarım kullanarak

$$p + q \leq s \Rightarrow Z_2^{pq}, B_2^{pq}, E_2^{pq} \qquad (1.3)$$

izomorfizimleri elde edilir. F_pH^n ; üzerindeki bir ağı olsun. $E_\infty^{pq} = F_pH^{p+q}/F_{p+1}H^{p+q}$ olacak şekilde (1.2) U ve q üzerindeki tümevarım kullanarak

$$q < s \Rightarrow E_2^{pq}, F_pH^{p+q} \qquad (1.4)$$

izomorfizimlerdir ve $q = s$ ise birebirdirler. Eğer $p < r$ ise (1.1), (1.2) ve (1.4) deki r üzerinden tümevarım metodu kullanılarak ispatlanabilirdir.

$$0 \to E_{r+1}^{pq} \to E_r^{pq} \to E_r^{p+r,q-r+1} \qquad (1.5)$$

bir tam dizisinin varlığı $p < r$ ise, bu taktirde $q < s$ için E_r^{pq} bir izomorfizim ve $q = s$ için birebirdir. Özellikle $p = 1, p = 2$ olarak alırsak lemmanın (b) kısmını oluştururuz.

$E_\infty^{0s} = H^s / F_1 H$ (1.4)'den birebirdir ve H^s izomorfizim olduğundan örten olduğuna dikkat edelim.

Tam dizilerin en önemli kısmında r üzerindeki tümevarım kullanılarak aşağıdaki ifadeler elde edilir.

(1.5)'den

$$0 \to E_{r+1}^{0s} \to E_r^{0s} \xrightarrow{d_r} B_{r+1}^{r,s-r+1} / B_r^{r,s-r+1} \to 0$$

$$0 \to B_{r+1}^{r,s-r+1} / B_r^{r,s-r+1} \to Z_{r+1}^{r,s-r+1} / B_r^{r,s-r+1} \to E_{r+1}^{r,s-r+1} \to 0$$

bulunur.

(1.1)' den

$$0 \to Z_{r+1}^{r,s-r+1} / B_r^{r,s-r+1} \to E_r^{r,s-r+1} \xrightarrow{d_r} E_r^{2r,s-2r+2} \qquad (1.6)$$

sağlanır.

Tüm r'ler için E_r^{0s} bir izomorfizimdir. Bu lemmanın (a)'sını ispatlar böylece ispat tamamlanır. +

TEOREM 1.6.'NIN İSPATI: $\mathbf{K} = Çek\{\hat{G} \to \hat{H}\}$ olsun. **U;G** ' nin açık normal alt grubu ise, bu taktirde $1 \to R \to G \to H$ 'dan $1 \to R / R \cap U \to G / U \to G / RU \to 1$' e giden tam dizinin doğal dönüşümü Serre spektral dizilerinin doğal dönüşümü tarafından üretilir. Böylece spektral dizilerin U üzerindeki f dönüşüm limiti alınır.

$$\begin{array}{ccc} H^p(\hat{H}, H^q(\mathbf{K})) & \Rightarrow & H^{p+q}(\hat{G}) \\ \downarrow & & \downarrow \\ H^p(H, H^q(G)) & \Rightarrow & H^{p+q}(G) \end{array} \qquad (1.7)$$

$H^q(\mathbf{K}) \to H^q(R)$ kanonik dönüşümünün $q < s$ için izomorfizim olduğunu kabul edelim. H 'ın *good* olduğu gibi E_2^{pq} de $q < s$ için izomorfizimdir. G'nin *good* olmasında olduğu gibi f izomorfizim belirtir. Böylece Lemma 1.8'den

$$H^0(\hat{H}, H^s(\mathbf{K})) \xrightarrow{\cong} H^0(H, H^s(R))$$

$$H^1(\hat{H}, H^s(\mathbf{K})) \subset H^1(H, H^s(R))$$

elde edilir.

H *good* olduğunda $\pi_0 H$; $H^s(R) = Hom(H_s(R, Z/p), Z/p)$ üzerinde unipotently olarak etki eder. H , bu dönüşümün sağ tarafındaki $\hat{H}$ ile yer değiştirebilir. Böylece Lemma 1.7'den $H^s(\mathbf{K}) \to H^s(R)$ bir izomorfizimdir. Şu halde üçgende sol dikey ok; q üzerindeki tümevarım yoluyla izomorfizimdir.

$$\begin{array}{ccc} H^q(\mathbf{K}) & \to & H^q(\hat{R}) \\ & \searrow \quad \swarrow & \\ & H^q(R) & \end{array}$$

ve R *good* olduğunda sağdaki de izomorfizimdir. Şu halde $\hat{R} \to \mathbf{K}$; eşhomoji üzerindeki izomorfizmi belirtir. Böylece [8]'deki Sonuç 2.9'dan bu zayıf denkliktir. Bu da ispatı tamamlar. +

TEOREM 1.7 (ANA TEOREM) : G; aşağıdaki şartları sağlayan bir simplişıl grup olsun.

(i) G; $p-$good'dur.

(ii) $\pi_0 G$; $p-$good'dur.

(iii) $H_q(\tilde{G}; Z)$; tüm q'lar için sonlu olarak üretilmiştir.

(iv) $\pi_0 G$; tüm q'lar için $H_q(\tilde{G}; Z/p)$ üzerinde unipotently olarak etki eder.

TEOREM 1.7 (ANA TEOREM)'NİN İSPATI: q üzerindeki tümevarım yoluyla hipotezi sağlayan tüm G simplişıl gruplar için $\pi_q(G)^\wedge \xrightarrow{\cong} \pi_q(\hat{G})$ olduğunu göstereceğiz. Her iki grup da sürekli simplişıl $pro-p$ grubu içine giden G'nin dönüşümlerini temsil ettiğinde $q = 0$ için bu durum açıktır. Böylece biz $q > 0$ olduğunu kabul edelim. Önerme 1.2 yoluyla serbest simplişıl grup ile G yer değiştirebilir. Aşağıdaki tam dizileri göz önünde bulunduralım:

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & \to & \tilde{G} & \to & G & \to & \pi_0 G & \to & 1 \\ & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 1 & \to & \hat{G}' & \to & \hat{G} & \to & \pi_0 \hat{G} & \to & 1 \end{array}$$

Teorem 1.6'yı üst tam dizisine uygularız. $\tilde{G}$ serbest simplişıl grupların alt grubudur, bundan dolayı serbesttir. Şu halde $\tilde{G}, G, \pi_0 G$ ' lerin hepsi *good*'dur. Hipotez (iii) ve (iv)'den G üzerindeki $H^q(\tilde{G}) = Hom(H_q(\tilde{G}; Z/p), Z/p)$ sonludur ve $\pi_0 G$ her bir q için onun üzerinde unipotently olarak etki eder. Şu halde Teorem 1.6'dan $\pi_0 G$ zayıf denkliktir.

$\pi_0 \tilde{G} = 0$ olduğu gibi R çekirdeği ΩG'nin zayıf homotopi tipi ve F , serbest büzülebilir simplişıl grup olmak üzere $F \to \tilde{G}$ örten dönüşümü vardır. Aşağıdaki tam dizileri göz önüne alalım:

$$\begin{array}{ccccccccc} 1 & \to & R & \to & F & \to & \tilde{G} & \to & 1 \\ & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 1 & \to & \mathbf{K} & \to & F^\wedge & \to & \tilde{G} & \to & 1 \\ & & \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 1 & \to & \mathbf{K}' & \to & F^\wedge & \to & \hat{G}' & \to & 1 \end{array}$$

ve Teorem 1.6'yı üst tam diziye uygulayacağız. Bu kurallara uygundur çünkü $H^*(R) = H^*(\Omega \tilde{G})$, Serre'nin iyi bilinen mantığından sonludur. Çünkü $\pi_0 \tilde{G} = 0$ ve R, F ve $\tilde{G}$'ların hepsi serbesttir.

Şu halde $\hat{R} \to \mathbf{K}$ ve böylece $\hat{R} \to \mathbf{K}'$; zayıf denkliktir ve biz aşağıdaki diyagramı elde ederiz.

$$\begin{array}{ccccc} (\pi_q G)^\wedge & \xleftarrow{\cong} & (\pi_q \tilde{G})^\wedge & \xleftarrow{\cong} & (\pi_{q-1} R)^\wedge \\ \mathrm{I} & & \mathrm{I} & & \downarrow \\ \mathrm{I} & & \mathrm{I} & & \pi_{q-1} \hat{R} \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \\ \pi_q \hat{G} & \leftarrow & \pi_q(\hat{G}') & \to & \pi_{q-1} \mathbf{K}' \end{array}$$

Ancak R teoremin hipotezini sağlar. $H_q(R, Z)$ ve $H_q(\tilde{R}; Z)$ Serre tarafından üretilmiştir, böylece $\pi_0 R = H_1(R, Z)$ good'dur ve aynı zamanda $H_*(\tilde{R}; Z)$ üzerinde aşikar olarak etki eder. Şu halde tümevarım metodundan $(\pi_{q-1} R)^\wedge$; $\pi_{q-1} \hat{R}$ ve teoremin ispatı sağlanır. +

KAYNAKLAR

[1]. Mutlu, A. Peiffer Pairings in the Moore Complex of a Simplicial Group *Ph.D. Thesis*, University of Wales Bangor, 1997; *Bangor Preprint* **97.11.** Available via http://www.bangor.ac.uk/ma/research/preprints/97prep.html

[2]. Mutlu, A. and Porter, T. Applications of Peiffer pairings in the Moore complex of a simplicial group, *Theory and Applications of Categories*, **4**, No: 7, 148-173,

[3]. Mutlu, A. and Porter, T Freeness conditions for 2-crossed modules and complexes, *Theory and Applications of Categories*, **4**, No.8, 174-194, 1998.

[4]. Mutlu, A. and Porter, T. Free crossed resolutions from simplicial resolutions with given CW- basis, *Cahiers de Topologie et Géometrie Différentielle Catégoriques*, **XL-4**, 261-283, 1999.

[5]. Mutlu, A. and Porter, T. Freeness conditions for crossed squares and square complexes, *K-Theory*, **20**, No:4, 345-368, 2000.

[6]. Mutlu, A. and Porter, T. Iterated Peiffer pairings in the Moore complex a of simplicial group, *Applied Categorical Structure*, **9**, No: 2, 111-130, 2001

[7]. Mutlu, B. Kross Modüllerin 3. Boyuta Genelleştirilmesi (Yarı 3-Kross Modül), *Yüksek Lisans Tezi,* Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Agustos 13, 2002.

[8]. Mutlu, A., Mutlu, B. and Selimgil, M. Simplişıl Profinite Grupların Kullanımı, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisine gönderildi.

[9]. Selimgil , M. Bazı Yapılarda Simplişıl Profinite Grupların Kullanımı, *Yüksek Lisans Tezi,* Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül 03, 2003.

[10]. Zeeman, E.C. A proof of the Comparison Theorem for Spectral Sequences, *Proc. Camb. Phil. Soc.,* **53**, 57-62, 1957.